



Formulering och utvärdering av renskötselanpassad skogsskötsel med integrerad geografisk information från beteslandsindelning

*Formulation and evaluation of reindeer herding adapted forest
management with integrated information from grazing land
division*



Foto: Tomas Lämås

Adam Lundström

Arbetsrapport 453 2016
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet

Handledare:
Tomas Lämås

Formulering och utvärdering av renskötselanpassad skogsskötsel med integrerad geografisk information från beteslandsindelning

*Formulation and evaluation of reindeer herding adapted forest
management with integrated information from grazing land
division*

Adam Lundström

Nyckelord: *Ren, samråd, samrådsunderlag, renskötsel, landskapsperspektiv, renskötselanpassad
skogsskötsel, Heureka PlanVis*

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
EX0768, A2E

Handledare: Tomas Lämås, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Examinator: Torgny Lind, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, resursanalys

Förord

Följande studie är ett examensarbete som del av Jägmästarprogrammet som utförts på institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU i Umeå. Studien syftar till att kombinera skoglig data och geografisk information från beteslandsindelningen för att förbättra förutsättningarna för samplanering och samverkan mellan skogsindustrin och rennäringen.

Jag vill först och främst tacka Tomas Lämås och Per Sandström för ert fantastiska stöd i form av förslag och diskussioner. Ni har gjort ett riktigt bra jobb och guidat mig när jag varit vilse! Tack även till Hampus Holmström för rådgivningen kring arbetet i Heureka PlanVis!

Slutligen måste jag tacka min sambo och son för stödet hemifrån när det behövts som mest!

Adam Lundström

2016-03-12

Sammanfattning

Rennäringen och skogsnäringen verkar inom samma geografiska område. För renskötseln är vinterbetet en flaskhals där tillgången till marklavsbete är avgörande. Sedan introduktionen av trakthyggesbruk under 1950-talet i Sverige så har arealen skogsmark av lavtyp (>50% lavtäckning) minskat med 71 %. För att renskötsel ska kunna bedrivas i framtiden behövs en förändring av skogsskötseln. Samråd kring skogsskötsel inom renbetesområden sker regelbundet. I samråden saknas i dagsläget en gemensam planeringshorisont, en förståelse för vad landskapsperspektivet innefattar och en samsyn på vad hänsyn innefattar.

Målet med studien var att skapa en metod för framtagande av samrådsunderlag och undersöka konsekvenser av en renskötselanpassad skogsskötsel. Det renskötselanpassade skogsskötseln skapades i syfte att vända trenden med minskande areal lavrik skogsmark och till att förbättra förflyttningsmöjligheterna längs flyttleder, detta med liten påverkan på lönsamheten för skogsbruket. Som fallstudieområde användes en vinterbetestrakt om 15 600 ha belägen inom Malå samebys vinterbetesområde i Västerbottens kustland.

Metoden delades in i tre delar. Arbetet började med att varje bestånd tilldelades en prioritetsklass utifrån skogligt data och geografisk information från beteslandsindelning. Nästa steg bestod av formulering och simulering av skogsskötselprogrammen (renskötselanpassat skogsbruk, referensskogsbruk och högsta nuvärde). Sista delen av metoden var en analys av effekterna från den renskötselanpassade skogsskötseln på skogsnäringen såväl som rennäringen.

En modell med alla bestånd indelade i nio prioritetsklasser skapades och där varje klass sköttes enligt individuellt anpassade skogsskötselprogram. Den renskötselanpassade skogsskötseln skapade bättre förutsättningar för renskötsel med en minskning av nuvärdet på 8 % för skogsbruket. Den totala arealen av områden klassificerade som värdefulla för renbete ökade med 1100 hektar (22%) under planeringsperioden och visade upp en bättre rumslig fördelning. Flödeshinder inom flyttlederna försvann helt. Modellen och resultaten från studien kan ligga till grund för effektivare samråd och för att vända trenden med minskande marklav. Om metoden implementeras i samrådssituationer så finns det goda möjligheter till bättre samverkan mellan de två näringarna inom samma geografiska område.

Nyckelord: Ren, samråd, samrådsunderlag, renskötsel, landskapsperspektiv, renskötselanpassad skogsskötsel, Heureka PlanVis

Summary

Reindeer husbandry and forestry are operating within the same geographic area. For reindeer herding communities grazing during the winter months are considered as bottlenecks, where access to ground lichen is essential. The area of ground lichen rich (>50% lichen cover) forests has decreased with 71% since the introduction of conventional clear-cutting and reforestation methods during the 1950's. In order for reindeer husbandry to continue in the future there must be changes in forest management practices. Consultations about forest management within the reindeer grazing areas are conducted regularly. During consultations a lack of a common planning horizon, a common view of the landscape perspective and common understanding of consequences of reindeer adapted forest management have been identified.

The aim of this study was to create a method to provide support for consultations and to investigate consequences of reindeer adapted forest management. The alternative of forest management taking in considerations to reindeer husbandry was developed in order to reverse the trend of decreasing lichen rich forests and to improve the ability to move along migration routes, this with a low economic impact on the forest industry. A case study was performed in a 15 600 ha landscape within Malå reindeer herding community's winter-grazing land.

The method was divided into three different parts. At the beginning of the study the forest stands were assigned with a priority class based on forest data and geographic information from the division of important grazing lands. The next step consisted of formulation and simulation of the forest management programs (reindeer adapted forestry, reference forestry and highest net present value). The final step of the method included an analysis of the effects from the reindeer adapted forest management on the forest industries as well as on reindeer husbandry.

A model with nine priority classes was created and managed with individually adapted forest management programs. The reindeer adapted forest management led to improved conditions for reindeer management with a decrease of 8% of the net present value for the forestry industry. The total area of forests that were classified as valuable for reindeer grazing increased with 1100 hectares (22%) during the planning period and with improved spatial distribution. All movement obstacles disappeared from the area along the migration routes during the planning period. The model and the results from this study can serve as a basis for more efficient consultations and to reverse the trend of declining lichen rich forest area. If this method is implemented during consultation procedures, there is a good possibility for the two industries to coexist within the same geographic area.

Innehåll

1. Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.1.1 Renskötsel.....	6
1.1.2 Renbruksplaner	6
1.1.3 Beteslandstyper.....	7
1.1.4 Skogsbruk och renskötsel	8
1.1.5 Målinriktad skogsskötsel	9
1.1.6 Samråd	12
1.1.7 Planering på landskapsnivå	12
1.1.8 Problembeskrivning.....	13
1.2 Syfte.....	14
1.3 Mål.....	14
2. Material.....	15
2.1 Försöksområde	15
2.2 Material.....	17
3. Metod.....	18
3.1 Arbetsgång.....	18
3.2 Bearbetning av datamaterial	18
3.3. Geografisk analys och bestämning av prioritetsskogar.....	19
3.3 Formulering, simulering och optimering av skogsskötsel.....	21
3.3.1 Optimeringsmodell	22
3.3.2 Renskötselanpassat skogsbruk (RENANP).....	25
3.3.3 Referensskogbruk (REFSKB).....	27
3.3.4 Högsta nuvärde (MAXPV).....	28
3.4 Analys.....	28
4. Resultat	32
5. Diskussion	45
Källförteckning.....	52
Bilagor	56
Bilaga 1 Krav på beståndsvariabler vid import till Heureka	56
Bilaga 2 Komplettering av data, diameter	57
Bilaga 3 Inställningar i Heureka för referensskogbruk (REFSKB).....	58
Bilaga 4 Inställningar i Heureka för renskötselanpassat skogsbruk (RENANP)	60

1. Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Renskötsel

Renskötsel har en lång historia som kan härledas ända tillbaka till 800-talet då man använde tamrenar för att locka till sig vildrenar (SSR, 2013). Under 1500-1600-talet minskade populationen av vildren (*Rangifer tarandus*) kraftigt varför man helt gick över från att jaga dem till att domesticera och bedriva skötsel av tamrenar (SSR, 2013).

Länge har renskötsel och ett småskaligt skogsbruk skett sida vid sida. Men under den andra halvan av 1900-talet så har skogsbruket intensifierats och arealkravet ökat vilket begränsar förutsättningarna för renskötsel (Berg et al., 2008). Eftersom de två näringarna använder samma marker inom samma geografiska områden så har även konflikterna succesivt ökat (Sandström et al., 2006).

Renskötselåret är indelat i åtta årstider: försommar, sommar, sensommar, höst, förvinter, vinter, vårvinter och vår. Uppdelningen på de åtta årstiderna syftar till att dela upp året i växlingarna mellan arbetsmoment för renskötarna (Gustavsson, 1989). De olika årstidssbetesmarkerna återfinns ofta på olika marktyper. För att täcka behovet av årstidssanpassade betesmarker så måste renhjordarna förflytta sig geografiskt. Sommartid nyttjas betet i fjällvärlden och vintertid förflyttas renarna mot bete i skogslandskapet vid kusten. Det varierande behovet på bete leder till att renskötsel är väldigt arealkrävande (Anon., 2008).

En föreslagen definition av renskötsel som näring är att de –jämfört med andra areella näringar –ska ge den enskilda rennäringsföretagaren en tryggad inkomst. Utöver skötsel av renar så innefattar uttrycket renskötsel ett liv som utgår från samiska värderingar och normer där man förvaltar och utvecklar det samiska kulturarvet (SSR, 2013). Väl fungerande flyttleder och sammanhängande årstidssbetesområden är en förutsättning för en långsiktigt hållbar renskötsel (Anon., 2008).

1.1.2 Renbruksplaner

Skogsbruket har sedan 1930-talet använt sig av ett planeringsstöd i form av skogsbruksplaner. Skogsbruksplaner beskriver skogstillståndet idag och ligger till grund för planering av hur, och när åtgärder ska utföras. Under en lång tid har det funnits ett behov och önskemål från renskötare om ett liknande planeringsstöd och sådana – kallade renbruksplaner – har också utvecklats på senare tid. Förhoppningen var att man skulle kunna använda de nya planerna vid operativ planering inom den egna verksamheten samt att ge ett förbättrat underlag vid samråd med övriga markanvändare (Jougda, 2011; Sandström, 2015; Sandström et al., 2003; Vestman, 2014).

Första steget i utveckling av renbruksplaner var 1979 då en arbetsgrupp fick uppdraget från länsstyrelsen att skapa riktlinjer för kartläggningen av vinterbetesmarkerna. Med dessa riktlinjer som grund påbörjades år 1998 framställandet av renbruksplaner för samebyarna Vilhelmina norra och Malå sameby (Esselin, 2012). Målsättningen med projektet var att alla 51 samebyar som verkar i Sverige ska följa efter.

Skogsstyrelsen har under 2005-2014 lett arbetet med att upprätta renbruksplaner och år 2014 hade 50 samebyar involverats och utvecklat renbruksplaner.

Upprättandet och användandet av renbruksplaner sker i ett skräddarsytt geografiskt kartverktyg som kallas RenGIS. Arbetet är uppdelat i fyra delar som sedan sammanställs till en färdig renbruksplan. Den första delen består av att samebyn karterar och redovisar de viktiga betesmarker som finns inom respektive årstidsland. Redovisningen grundar sig på lokal kunskap från samebyn med satellitbilder som karteringsunderlag (Sandström, 2015; Sandström et al., 2003). Den andra delen är en fältinventering där man under barmarkssäsongen besöker betesområden för att inventera, kartlägga och säkerställa betestillgången. Den tredje delen av processen är en kartläggning av omvärldsfaktorer som kan tänkas påverka renskötseln, exempel på faktorer är skogsbruk, gruvnäring, infrastruktur samt vind- och vattenkraft (Sandström, 2015; Vestman, 2014). För att ytterligare stärka informationen från beteslandsindelningen så används även GPS på renar. GPS-sändare fästs på utvalda renar varefter man kan följa renhjordens positioner i landskapet.

1.1.3 Beteslandstyper

Beteslandsindelningen i en renbruksplan består av årstidsvisa karteringar av betesmarkerna för olika beteslandstyper. Varje beteslandstyp är av olika betydelse för renarna och renskötseln (figur 1), en beskrivning av beteslandstyperna följer (Jougda, 2011; Sandström, 2015):

- **Betestrakt** - En betestrakt är ett mindre område inom en samebys betesområde, området nyttjas under specifika delar av året beroende på dess egenskaper och placering i geografin.
- **Kärnområde** - Varje betestrakt innehåller i sin tur ett eller flera kärnområden. Ett kärnområde utgör kraftcentrum inom samebyn och används regelbundet. Området kan vara viktigt av olika anledningar såsom att hålla renarna stationära, brunstland eller kalvningsland. Kärnområden är känsliga för ingrepp och ska åtgärder utföras här bör samråd ske med berörd sameby.
- **Nyckelområde** - Ett kärnområde kan innehålla ett eller flera nyckelområden. Nyckelområden beskrivs som ytterst viktiga områden och dess total kvalitet är avgörande för att man varaktigt ska kunna bedriva renskötsel inom samebyn. Nyckelområden är mycket känsliga för åtgärder och samråd är ytterst nödvändigt. Vid felaktig skogsskötsel inom nyckelområden kan de tappa sin status.



Figur 1. De olika nivåerna av beteslandsindelning från renbruksplaner: *betestrakt, kärnområde och nyckelområde.*

Figure 1. The different levels of grazing lands from reindeer husbandry plans: grazing area, core area and key area.

Flyttleder består delvis av områden som är naturligt öppna såsom sjöar, myrmark eller icke produktiv skog. Men i de fall då flyttlederna går genom skogsmark så är det viktigt att bibehålla en öppen karaktär och undvika hinder såsom täta contortaskogar (Boström och Carlsson, 2014). Flyttlederna har den viktiga funktionen att de både kopplar samman de olika årstidslanden och betesmarkerna inom ett årstidsland.

Områden som är speciellt viktiga för rennäringen kan tilldelas en status som varande av riksintresse. De viktiga områdena kan vara flyttleder, övernattningsbeten, naturliga samlingsställen, svåra passager, speciella betesområden, områden kring anläggningar eller renhagar (Sametinget, 2014).

1.1.4 Skogsbruk och renskötsel

I de norra delarna av Sverige så delar rennäringen nyttjande av markarealen men en rad andra näringar, däribland skogsbruk (Eriksson & Moen, 2008; Wester, 2011).

Renskötselområdet i Sverige täcker 22,6 miljoner hektar vilket motsvarar ca 55 % av Sveriges landareal, varav 11,4 miljoner är produktiv skogsmark (Sandstrom et al., 2016). Skogsbruket i Sverige bedrivs på totalt 28,1 miljoner ha varav 22,4 miljoner ha produktiv skogsmark. Renskötselområdet täcker 41 % av den svenska produktiva skogsmarksarealen (Sandstrom et al., 2016; Skogsstyrelsen, 2014a).

Skogsbruket utövas primärt med en målsättning att hålla en hög produktion (Widmark, 2009) och på så sätt bibehålla den ekonomiska lönsamheten i verksamheten (Gustavsson, 1989). Det skogsskötselsystem som dominerat svenskt skogsbruk sedan 1950-talet är trakthyggesbruk. Detta skogsskötselsystem innefattar åtgärderna föryngringsavverkning, föryngring, röjning, och gallring (Hallsby, 2008). Utöver de grundläggande åtgärderna så utför man även ofta produktionshöjande åtgärder såsom gödsling eller plantering av exotiska trädslag (Gustavsson, 1989). En nackdel med att enbart sköta skogarna med trakthyggesbruk är att man producerar mer likåldriga och tätare bestånd som har en negativ effekt på bland annat marklavens utbredning (Korosuo et al., 2013; Sandstrom et al., 2016).

Under vintermånaderna består betet till 40-80% av lavar och då primärt marklavar som renlavar (*Cladina sp.*) och islandslav (*Cetraria sp.*) (Heggberget et al., 2002; Moberg and Holmsåsen, 1982). Betestillgången under vintermånaderna är flaskhalsar för renskötseln (Anon, 2008; Gustavsson, 1989). Det finns studier som visar på att mark som är rik på lav har minskat med 30-50% inom just dessa kritiska vinterbetesmarker sedan 1950-talet (Berg et al., 2008; Sandstrom et al., 2006). För all skogsmark är denna siffra ända upp mot 71 % (Sandstrom et al., 2016). Markarealen som klassificeras som lavrik återfinns till 96 % inom talldominerade skogar (Sandstrom et al., 2016). Den totala arealen av talldominerade skogar i princip varit konstant sedan 1983 (Kempe och Nilsson, 2011). Minskningen av arealen skogsmark som är rik på lav samt den konstanta nivån av talldominerade skogar tyder på att det främst är skötseln av de talldominerade skogarna som bidragit till den negativa trenden. När snöförhållanden är ofördelaktiga går betet över till hänglavar (*Bryoria sp. och Usena sp.*) (Anon, 2008). Hänglavar förekommer främst i gamla granskogar men kan även hittas i äldre tall- eller blandskogar. Det är inte bara betet inom betesmarkerna som påverkats, åtgärder från skogsbruket har även påverkat förflyttningsmöjligheter inom flyttlederna.

För att på ett lönsamt sätt bedriva skogsskötsel krävs ett bra vägnät. Nya vägar bryts därför regelbundet och en olämplig dragning i terrängen skapar störningar för renarna. Dras en väg över en flyttled kan renarna vid flyttning vika av och följa den lättframkomliga vägen. En olämpligt dragen väg försvårar förflyttningen mellan betestrakter och betesland (Anon, 2008).

Genom att utföra åtgärder som kalavverkning, markberedning, gödsling och vägbyggnation har skogsbruket bidragit till att förutsättningar renskötsel förändrats och försämrats (Karlsson & Constenius, 2005).

1.1.5 Målinriktad skogsskötsel

Inom renskötselområdet så delar rennäringen arealen med skogsnäringen. Behovet av skogsråvara är stort i vårt moderna samhälle och det finns därför incitament att sköta och bruka skogen för att uppnå hög produktion. Men för att använda resurserna på ett hållbart sätt så måste man också möta upp och anpassa produktionsmålen gentemot andra intressenter. Anpassningen av produktionsmålen innebär att man i vissa områden inte kommer att kunna uppnå samma höga skogsproduktion (Anon, 2008). För att skog- och rennäringen ska kunna mötas så måste skogbrukssidan se över vilka skötselsystem och åtgärder som ska användas. Å andra sidan måste rennäringen kompromissa med vilka områden som kan tänkas lämnas åt mer intensivt skogsbruk. Det finns en rad skötselåtgärder som kan användas för att styra skogsskötseln mot antingen skogsproduktion eller renskötsel. Åtgärderna redovisas nedan:

Skonsam markberedning

Vid markberedning av områden som är värdefulla för rennäringen så bör skonsamma metoder som har en liten påverkan på mark och vegetation väljas (Anon, 2008). Det finns visst tolkningsutrymme i uttrycket ”skonsam markberedning”, därför har de FSC certifierade skogsbolagen i Sverige enats och tagit fram en definition av vilka nivåer som gäller för skonsam markberedning. För skogsmark med en lavtäckning som överstiger 25% så får marken påverkas med max 20%, för områden med 10-25% täckning är motsvarande tillåten påverkan 40% (Boström & Carlsson, 2014). Den traditionellt vanligaste markberedningsmetoden är harvning, vilken uppskattas ha en markpåverkan på mellan 35-

55% av markytan (Eriksson & Raunistola, 1990). Harvning kan med rätt teknik utföras skonsamt, men används den på ett traditionellt sätt så kommer åtgärden i få fall resultera i en skonsam markberedning. En alternativ metod för skonsam markberedning är t.ex. HuMinMix, vilket fungerar så att man skär bort det översta lagret på marktäcknet och det organiska materialet fragmenteras. HuMinMix visar på en markpåverkan i intervallet 10-15% (Roturier, 2010). HuMinMix är dock en relativt ovanlig metod som fortfarande ligger i prov- eller utvecklingsfasen med endast ett fåtal aktiva maskiner inom svenskt skogsbruk, kostnaderna för åtgärden kan då antas öka något.

Naturlig föryngring

Naturlig föryngring anses vara en bra föryngringsmetod ur skogsbrukets perspektiv för områden som aktivt betas av ren. Bestånd som föryngrats med naturlig föryngring har i många fall fler plantor och risken för att renarna ska trampa ner plant i sådan utsträckning att ny föryngring krävs minskar (Roturier, 2009). Det är ur renskötselns synvinkel viktigt att hålla kalhyggesfasen kort då det obegränsade ljusinsläppet på hygget gör markytan för torr för att lav ska trivas. (Boström & Carlsson, 2014). Man bör avverka fröträden när plantorna nått en höjd på 0,3-1 m höjd (Hallsby, 2008). Plantorna som ligger inom höjdiintervallet 0,3-1 m kan då bidra med skugga till laven och kalhyggesfasen blir kortare. Då naturlig föryngring ofta leder till ett högt plantantal så är det viktigt att man plantröjer bestånden ordentligt.

Hyggesbränning

Bränning är en åtgärd som på lång sikt kan återställa marker som förlorat sin lavbärande förmåga genom att konkurrerande växtlighet bränns. Det kan dock upp till 40 år innan marken håller tillräckligt med lav för att kunna betas (Boström & Carlsson, 2014). Det är därför olämpligt att bränna områden med befintlig marklav då redan existerande bete försvinner (Boström, 2004). Det är ett bra alternativ på marker med markvegetationstypen ljung/kråkbär då åtgärden på dessa marker ökar täckningsgraden för flera typer av marklav (Hallsby, 2008). Hyggesbränning rekommenderas också för skogsbruket för att gynna brandberoende växter och djur (Hallsby, 2008). Om man brukar skogen med FSC certifiering så ska 5% av föryngringsarealen på torr och frisk mark brännas (Forest stewardship council, 2004).

Sådd

Efter hyggesbränning är sådd ett bra alternativ (Anon., 2014). Det är en åtgärd som ofta leder till ett högt plantantal men med en något förlängd kalhyggesfas jämfört med plantering. Åtgärden bör därför undvikas på viktiga renbetesland. För skogsbruket är sådd ett bra alternativ på marker av grövre struktur där plantering inte är möjlig (Hallsby, 2008).

Contorta

Contorta (*Pinus contorta*) och tall (*Pinus sylvestris*) har liknande ståndortskrav. På likartade marker kan contorta visa på en 30 % högre volymtillväxt än vanlig tall och kan därför ge en högre ekonomisk avkastning (Norgren och Elfving, 1995). Contorta är ett för Sverige främmande träslag som genom sina karaktäristiskt täta bestånd försämrar ljusinsläppet och förutsättningarna för marklav. De täta bestånden försämrar även framkomligheten för renhjordarna (Anon., 2008). Inom värdefulla renbetesområden och flyttleder bör man inte föryngra med contorta.

Hård röjning

Röjning en åtgärd som innefattas i skogsskötselsystemet trakthyggesbruk och innebär att man glesar ut skogen utan att ta tillvara på någon biomassa (Bergström et al., 2010). Man röjer ungskogen för att välja ut och gynna huvudstammar och skapa ett bestånd med mellan 1800-2500 stammar per hektar (Hallsby, 2008). Nyttan för skogsbruket är att man ökar diametertillväxten på den individuella stammen vilket ökar andelen gagnvirke vid framtida gallringar och föryngringsavverkningar. Den negativa effekten av denna åtgärd är att den totala produktionen sjunker något som effekt av färre stammar efter åtgärden (Braastad och Tveite, 2000). Inom renskötselområdet återfinns den största andelen areal med lavrik skogsmark i åldrarna 3-60 år (Sandstrom et al., 2016). För att behålla lav på dessa marker så får man inte låta ungskogarna sluta sig för tätt, efter utförd röjning bör inte stamantalet överstiga 1200 per hektar (Anon., 2008). Uttaget är betydligt hårdare än normalt rekommenderat och det finns viss risk för bredkroniga träd som i sin tur kan missgynna ljusinsläpp och på så sätt påverkar marklaven negativt.

Hård gallring

För att uppnå optimala ljusförhållanden för marklav så bör skogen skötas på ett sådant sätt att grundytan inte överstiger 15 m²/ha (Jonsson Čabrijć et al., 2010). Det är idag i skogar med en ålder mellan 3-60 år man återfinner den största arealen lavrik mark (Sandstrom et al., 2016). Det är alltså viktigt att gallra skog i detta åldersintervall för att förhindra att de blir för täta.

Skogsgödsling

Gödsling förbättrar markens näringsstatus och på så sätt gynnas växtlighet som trivs på mer näringsrika marker samtidigt som marklaven utkonkurreras (Anon., 2008). I skogsvårdslagen under allmänna råd till föreskrift 7:26 så beskrivs att skogsgödsling inte bör ske på marker med lägre ståndortsindex än T16 och på mark där lav upptar mer än 25 % av bottenskiktet (Skogsvårdslagstiftningen, 1979).

GROT- uttag

Grenar och toppar (GROT) som lämnas kvar efter avverkningar kommer fysiskt förhindra renarna från att komma åt marklaven, men även bidra till viss kvävetillförsel som likt gödsling gynnar annan växtlighet än lav (Eriksson och Moen, 2008). GROT-uttag på mark med befintlig marklav gynnar därför renskötsel (Anon., 2008). Uttag av grenar och toppar efter utförd gallring eller slutavverkning ökar intäkterna för skogsbruket förutsatt att det finns avsättning för råvaran.

Trakthyggesbruk

Trakthyggesbruk är det dominerande skogsskötselsystemet inom svenskt skogsbruk, som i slutet av varje omloppstid mynnar ut i en kalhuggning (Hallsby, 2008). Trakthyggesbruk togs i bruk i början av 1900-talet, men det var inte förrän någon gång mellan 1941-1960 då det tog över som det dominerande skogsskötselsystemet (Lundmark et al., 2013). Att skogarna sedan dess nästan uteslutande sköts med trakthyggesbruk kan vara en faktor som påverkat tillgången på marklav negativt (Sandstrom et al., 2016)

Hyggesfritt skogsbruk

Att bruka skogen hyggesfritt innebär att ett kontinuerligt skikt av träd bibehålls som har en minsta slutenhet som ligger över 5% i skogsvårdslagen (Skogsvårdslagstiftningen, 1979). Paragraf fem beskriver minsta tillåtna volym per hektar, förutsatt en viss medelhöjd, innan

en skyldighet att anlägga ny skog uppstår. Hur stor volym man tar ut vid åtgärder i hyggesfritt skogsbruk begränsas dock ofta av §10 i skogsvårdslagen (Cedergren, 2008) som är till för att främja virkesproduktionen. Paragraf tio beskriver den minsta tillåtna volym per hektar, förutsatt en viss medelhöjd, innan åtgärden betraktas som föryngringsavverkning och man därför måste söka tillstånd för slutavverkning (Skogsvårdslagstiftningen, 1979). Att glesa ut och skapa luckor i skogen har en positiv påverkan på tillväxthastigheten av marklav, tillväxten kan till och med vara bättre än inne i obrukad skog (Boudreault et al., 2013). För granskogar och övriga ej talldominerade skogar är blädning lämpligt, en form av kontinuitetsskogsbruk som skapar ett flerskiktat bestånd. För tall är det ett mer komplicerat skötselsystem då tall är ett pionjärträdslag som i flerskiktade skogar missgynnas. Men på talldominerade marker kan skärmställning eller fröträd användas där man succesivt avvecklar överståndarna när ett nytt bestånd etablerar sig underifrån (Cedergren, 2008). Vid användning av hyggesfria metoder istället för trakthyggesbruk så tenderar nuvärdet av skogsbrukandet att sjunka (Sonesson, 2016; Wikström, 2008).

1.1.6 Samråd

När skogsbruksåtgärder planeras inom renskötselns åretruntmarker ska berörd sameby enligt §20 i skogsvårdslagen beredas tillfälle till samråd. Samrådet ska omfatta åtgärden föryngringsavverkning och efterföljande skogsvårdsåtgärder för skogsägare med ett innehav på över 500 ha. Om innehavet understiger denna gräns samt att hygget är mindre än 20 ha behöver inte samråd ske (Skogsvårdslagstiftningen, 1979).

Utöver skogsvårdslagen så kräver certifiering enligt FSC och PEFC att man visar hänsyn till ursprungsfolkets rättigheter vid skogsbruk inom renskötselområdet (Forest stewardship council, 2004; PEFC, 2012). En grundläggande förutsättning för att kunna visa hänsyn är att man måste ha en öppen dialog mellan de två näringarna. Båda parter måste ha förståelse och kunskap om den andra sidans verksamhet. Tillsammans måste man i slutändan sträva efter att bedriva renskötsel och lönsam skogsbruk på samma areal (Esselin, 2012).

Utifrån erfarenheter från utförda samråd så finns det en osäkerhet om vad samråd egentligen är och hur det genomförs (Esselin, 2012). Vad ett samråd är beror på vilken sida man är på och hur det utförs i praktiken beror på vilka förfaranden man har lokalt. Men det finns ett antal faser som återkommer i de flesta modellerna för samråd (Esselin, 2012):

1. Redogöra för sina intressen: båda parter ska tydligt redogöra för sina intressen i området. Detta ska göras på ett sådant sätt så att motparten ska förstå klart och tydligt.
2. Formulera alternativ: man ska tillsammans söka efter alternativ som på bästa sätt möter de olika intressena. I detta steg ska man formulera så många alternativ som möjligt.
3. Välja alternativ: man väljer ut det alternativet som båda parter finner är acceptabelt. Ett lyckat samråd är när alla inblandade känner att deras intresse har respekterats och de överenskommelser som gjorts är till bägges belåtenhet.

1.1.7 Planering på landskapsnivå

Både skogs- och renskötsel får ett bättre underlag för den operativa verksamheten om planeringen sker utifrån ett landskapsperspektiv. Det är ännu viktigare när man ska planera

hur man ska samsas om samma arealer. Detta samspel förklaras i Europeiska landskapskonventionen som att landskapet inte är ”något specifikt sektorsintresse utan är ett område där flera intressen och aktörer ska samverka” (Esselin, 2012). Problem i dagsläget är att skogsskötsel och renskötsel planerar på olika nivåer i både tid och rum. Inom skogsnäringen så planerar på en strategisk nivå för en hundraårsperiod med korrigeringar ungefär vart tionde år. Man planerar sedan för 3-5 år i taget baserat på resultat från den strategiska nivån, i denna nivå bestäms vart man ska avverka de kommande åren (Ericsson, 2008). Med de ovanstående två nivåerna som grund planeras skogsbruket på en årsnivå där bestånd väljs ut för att skapa en lämplig mosaik av åtgärdsarealer. För renskötsel så sker planeringen på perioder som sträcker sig över några decennier med ett fokus på ett betesområde (Esselin, 2012).

För att åstadkomma ett bra samråd så är det viktigt att det finns ett bra underlagsmaterial samt att planeringar av avverkningar sker på en längre tidshorisont (Widmark, 2009). Allt för att undvika att en hög koncentration av slutavverkningar hamnar inom enskilda samebyar (Skogsstyrelsen, 2014c). Det finns exempel på företag där planeringen sammanställts i form av skötselplaner på landskapsnivå som också används i samråd. För att få en komplett landskapsbild så behövs emellertid samtliga skogsägare fångas upp. Om de rumsliga och tidsmässiga skalorna i planeringen av skogsbruk och renskötsel var synkroniserade så kan rennäringen medverka mer konstruktivt i samråden (Esselin, 2012; Sandström et al., 2006).

1.1.8 Problembeskrivning

Det finns en rad anledningar som motiverar varför arbetet med utvecklingen av renskötselanpassad skogsskötsel och samrådsförfarandet är så viktigt. Det står bland annat i kapitel 3 §5 i miljöbalken att markområden som har betydelse för rennäringen ska skyddas från åtgärder som påtagligt försvårar näringens bedrivande (”Miljöbalk (1998:808),” 2015). De områden som avses är de som klassificerats att vara av riksintresse medan skogsbruket är klassat som ett nationellt intresse och det är oklart hur ett nationellt intresse förhåller sig till ett riksintresse (Christiansen et al., 2015). Miljöbalken och skogsvårdslagen ska tillämpas parallellt, men man kan ändå tolka det som att man enligt lag bör anpassa skogsskötseln på områden som är värdefulla för renskötsel. För att kunna anpassa skötseln så måste man ha ett bra samrådsförfarande där intressena sammanfogas.

Förutsättningarna för att bedriva renskötsel i Sverige har försämrats till följd av en rad skogsskötselåtgärder vilket inneburit att det finns mindre arealer som håller bra vinterbete idag än tidigare. För vända den negativa trenden av minskande betesmarker och försämrandet av flyttleder så måste skogsskötseln förändras och förbättras gentemot andra intressen (Berg et al., 2008). Ett sätt att lösa detta på är att arbeta med en mer adaptiv skötsel (Sandstrom et al., 2016).

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att skapa en metod för framtagande av samrådsunderlag samt visa på ett praktiskt exempel från en vinterbetstrakt inom Malå sameby. Inom denna metod kommer skogsskötselstrategier formuleras för att både rennäringen och skogsnäringen skall kunna bedriva sin verksamhet på ett uthålligt och lönsamt sätt inom samma geografiskt begränsade område.

1.3 Mål

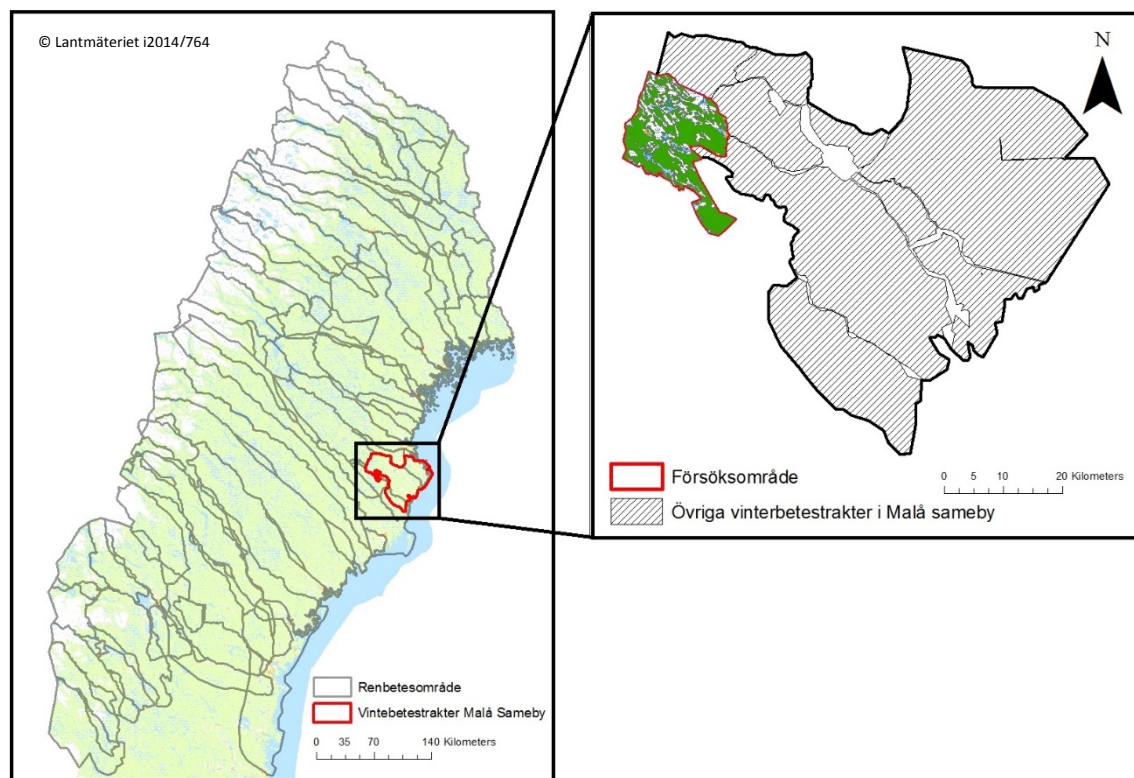
Målen är att utifrån information från litteraturstudier, beskrivning av skogen utifrån beståndsregister från skogsbolag samt geografisk information från samebyns beteslandsindelning:

- Utforma en metod för framtagande av samrådsunderlag och visa på ett exempel där skogsproduktion och renskötsel sammankopplas i ett landskapsperspektiv.
- Ge förslag på en renskötselanpassad skogsskötsel och förbättra betesmarken på de begränsande vinterbetestrakterna.
- Visa att renskötselanpassade skogsskötseln vänder trenden av minskande marklav och förbättra framkomligheten genom flyttlederna till minsta möjliga påverkan på lönsamheten för skogsnäringen.
- Utvärdera och analysera vilka effekter detta renskötselanpassade skogsbruk skulle få i jämförelse med det traditionella skogsskötselsystem som används idag med avseende på nuvärde, nettointäkter, avverkningsnivåer, förutsättningar för marklav samt framkomlighet längs flyttleder.

2. Material

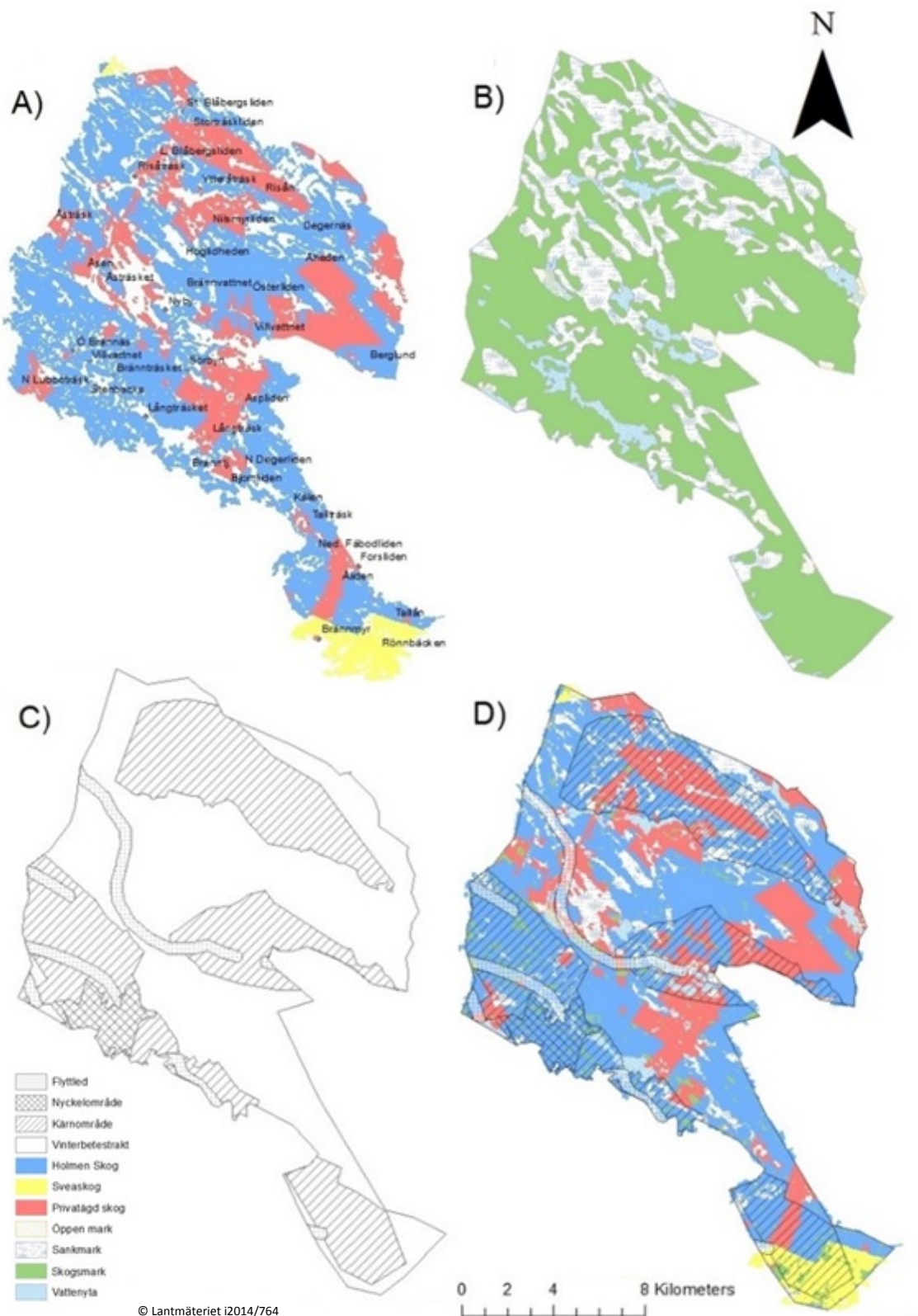
2.1 Försöksområde

Studien genomfördes inom Malå samebys betesmarker i Västerbottens län. Eftersom det främst är vinterbetet som är begränsande (Heggberget et al., 2002; Karlsson och Constenius, 2005) så utfördes studien inom just Malå samebys vinterbetesområde. Av metodmässiga skäl valdes endast en vinterbetestrakt ut som försöksområde. Försöksområdet var 15 667 ha stort och geografiskt beläget i norra Västerbottens kustland mellan Åsträsk och Villvattnet strax väst om Burträsk i Skellefteå kommun (figur 2).



Figur 2. Det geografiska läget för Malå samebys vinterbetesområde (vänstra bilden) i Västerbottens kustland. Försöksområdet, en vinterbetestrakt (gröna området i högra bilden) ligger mellan Åsträsk och Villvattnet strax väst om Burträsk.

Figure 2. The location of Malå reindeer herding community's winter-grazing land (the left map) situated in the coast of Västerbotten. The testing ground (marked green in the right map) is located between Åsträsk and Villvattnet just west of Burträsk.



Figur 3. Beskrivning av försöksområdet i utgångsläget A) ägarstruktur B) marktytor C) beteslandsindelning D) sammanslaget.

Figure 3. A description of the initial state of the testing ground in A) owner distribution B) land use C) grazing lands D) merged.

En av anledningarna till att försöksområdet placerades på denna vinterbetestrakt var att majoriteten av skogsmarken ägs och brukas av Holmen skog AB. Det var en fördel att ha en stor markägare inom området då samråd i dagsläget bedrivs mellan enskilda markägare och samebyn i fråga. Bestandsregistret från Holmen innehöll även fler variabler och gav en mer detaljerad beskrivning av skogstillståndet än om man enbart skulle ha använt sig av den rikstäckande skogskartan kNN Sverige (Reese et al., 2005), se tabell 1 och figur 3. Försöksområdet dominerades av skogsmark med jämnt utspridda områden av myrmark och vattendrag. Inom försöksområdet återfinnas tre olika kärnområden samt i den sydvästra delen ett nyckelområde.

Tabell 1. Fördelning av produktiv skogsmarksareal mellan Sveaskog, Holmen skog och privatägd skog inom försöksområdet

Table 1. The distribution of productive forest area between Sveaskog, Holmen and privately owned forests within the testing ground

Markägare	Produktiv skogsareal (ha)	Andel (%)
Sveaskog	725	5
Holmen	9 929	63
Privat	5 013	32

Försöksområdet dominerades av tallskogar (51%) och övriga skogar (45%), se tabell 2. Definitionen av vad som är det dominerande trädslaget är att minst 65 % av grundytan skall representeras av trädslaget i fråga (Kempe & Nilsson, 2011). Övriga skogar (varken tall- eller grandominerade) innehöll ett flertal bestånd med hög andel tall, men som understeg gränsen på 65 % och kunde därför inte definieras som tallbestånd.

Tabell 2. Fördelning av skogsarealer beroende på dominerande trädslag inom försöksområdet i utgångsläget. Dominerande trädslag definieras då ett trädslag står för över 65% av grundytan

Table 2. Initial distribution of forest areas depending on dominant species within the testing ground. Dominant tree species is defined as if one species accounts for over 65% of the basal area

Dominerande trädslag	Areal (ha)	Andel (%)
Tall	8 063	51
Gran	580	4
Övriga skogar	7 024	45

2.2 Material

Datamaterialet som användes bestod av bestandsregister från Holmen skog respektive Sveaskog och kompletterades med data från kNN Sverige 2005 för privat mark.

Bestandsregistren som tillhandahållits av Holmen skog och Sveaskog innehöll en komplett beskrivning av skogstillståndet idag. Utöver skogstillståndet så beskrevs även den geografiska indelningen av innehavet i form av bestandsgränser i polygonformat. Bestandsregistret från kNN saknade vissa variabler. Den geografiska indelning i bestånd som användes för privat skog kom från kNN Sverige 2005. Bestandsindelning baseras då på segmentering (bildade från segment av rasterceller) av data från satellitbilder.

3. Metod

3.1 Arbetsgång

Arbetet inleddes med en komplettering av variabler för kNN Sverige 2005, sedan delades bearbetningen av datamaterialet in i tre olika övergripande steg:

1. Geografisk analys och bestämning av varje bestånds prioritetssklass ur ett renskötselperspektiv utifrån skogligt data och beteslandsindelning från RenGis.
2. Formulering, simulering och optimering av skogsskötseln för:
 - Ett renskötselsanpassad alternativ (RENANP).
 - Ett alternativ som ska efterlikna beteenden i dagens skogsbruk (REFSKB).
 - Ett alternativ för att visa på den ekonomiska potentialen av skogsbruket så formulerades ytterligare ett alternativ med målsättning att maximera nuvärde. (MAXPV)
3. Analyser av effekterna på såväl skogsbruk som rennärning genom jämförelser mellan referensalternativet (REFSKB), det renskötselanpassade alternativet (RENANP) och alternativet med maximerat nuvärde (MAXNPV).

3.2 Bearbetning av datamaterial

Den första hanteringen av datamaterialet bestod av att komplettera och synkronisera de tre beståndsregistren för att möjliggöra import av data till Heureka PlanVis (Wikström et al., 2011). För att importera och arbeta med ett datamaterial i PlanVis så krävs det att man har med en rad variabler, se bilaga 1. Kompletteringen var endast nödvändig för det kNN-baserade beståndsregistret över privatägd skog. De variabler som fanns var volym, trädslagsvis volym, ålder, höjd och areal. Informationen om SI, grundyta, diameter och stamantal saknades.

Privat skog tilldelades ett värde på SI utifrån vad som beräknades vara det arealvägda medelståndortsindexet i Holmen skog och Sveaskogs beståndsregister. Det arealvägda medelståndortsindexet antogs vara representativa för övriga bestånd inom försöksområdet. Beräkningen av grundyta utgick ifrån en förenklad funktion för volymsberäkning:

$$Volym (m^3 sk/ha) = GY(m^2/ha) * höjd(m) * formtal \quad (1)$$

Formtal är en korrigering beroende på trädform, en perfekt kon har värdet 1/3. I denna beräkning har det lite förenklat antagits ett formtal på 0,475. Grundyta beräknades enligt formel (1):

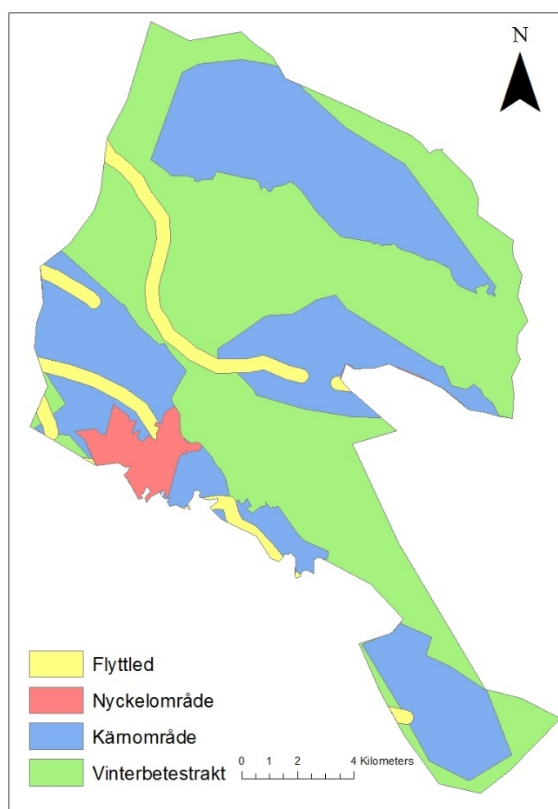
$$GY (m^2) = \frac{Volym (m^3 sk/ha)}{Höjd (m) * 0,475} \quad (2)$$

Diameter (stamdiameter i brösthöjd) beräknades genom regressionsanalys av förhållandet mellan höjd och diameter i Holmens beståndsregister. Varje bestånd med en medelhöjd över 7 meter tilldelades sedan en representativ diameter utifrån resultatet av regressionsanalysen, se bilaga 2. Bestånd med en medelhöjd under 7 meter tilldelades ett stamantal istället för diameter. Bestånden tilldelades stamantal efter en gradient från

5000 stammar i bestånd upp till 3 m ner till 2500 stammar i de bestånd som ligger i intervallet 3-7 m. Brytpunkten vid 3 m grundar sig i att det är en höjd då man kan förvänta sig att bestånden har röjts (Hallsby, 2008).

3.3. Geografisk analys och bestämning av prioritetsskogar

Det andra steget bestod av att lokalisera och identifiera värdefulla områden för rennäringen inom försöksområdet. Först delades skogsmarken in i klasser beroende på trädslagsblandning och beteslandsindelning, sedan formulerades en målsättning för varje klass, se tabell 3. Klasserna utgjorde en gradient där prioritet ett hade som högsta mål att tillgodose förutsättningar för renbete medan prioritet nio avsåg hög skogsproduktion. De klasser som prioriterades för att skapa goda förutsättningar för renbete avsåg i studien att förbättra förutsättningar för bra vinterbete. Skogsmark som är rik på lav återfinns nästan uteslutande på marker med tall som dominerande trädslag (Sandström et al., 2016). Fokus låg därför på att skapa bra förutsättningar för lav i just tallskogar inom värdefulla renbetesområden. För att begränsa antalet prioritetsskogar så utformades endast specifika klasser för bestånd som dominerades av tall och gran (*Picea abies*). Skogsarealen som dominerades av contorta räknades in i klassen för talldominerade skogar då contorta och tall har liknande ståndortspreferenser. Vid simuleringen av skogens utveckling förnygrades talldominerade skogar inom nyckel- och kärnområden med tall och därmed avvecklades contorta med tiden. Löv- och blandskogar räknades in i övriga skogstyper.



Figur 4. Karta med fördelningen mellan flyttleder, nyckelområden, kärnområden och övriga ytor inom vinterbetestrakten. Området är beläget inom Malå samebys vinterbetesområde i Västerbotten.
 Figure 4. A map of the distribution between migration routes, key areas, core areas and other areas within the winter grazing stand. the area is located within Malå reindeer herding community's winter grazing lands in Västerbotten.

Flyttleder redovisades i RenGIS som ett linjeobjekt. Korridorer längs flyttleder skapades genom att lägga en buffert om 250 m på vardera sidan av linjen, bredden utgår från tolkning av rekommendationer i iRenmark (Jougda, 2011). De bestånd där tyngdpunkten av arealen hamnade inom korridoren representerade flyttleder i prioritetsklass 3. En flyttled får sämre kvalitet om de direkt intilliggande bestånden innehåller hinder så som contorta. För att undvika det så breddades den ursprungliga korridoren med ytterligare 500m (250m på vardera sidan) där skogsskötseln skulle ske enligt den prioritetsklass beståndet låg inom, men med ett förbud mot contorta. De olika beteslanden överlappade varandra och därför gjordes en rad antaganden kring prioriteringen (figur 4). Skogsskötseln för de olika beteslanden prioriterades i ordningen: nyckelområde, flyttled, kärnområde och sist övriga områden inom vinterbetestrakten. Om ett bestånd låg där två betesland överlappar så sköttes beståndet enligt det betesland som hade högsta prioritet.

Nästa steg bestod av att tilldela en skötselprioritet enligt tabell 3 till varje enskilt bestånd. En ny kolumn i indatafilen med beståndsuppgifter skapades med en så kallad ”egen definierad variabel”, kolumnen fylldes därefter med en prioritet från 1-9. Ett problem var att beståndsindelningen från skogsskötselsidan inte följde beteslandsindelningen, varför vissa bestånd (rumsligt) berörde flera prioritetsklasser. Att bestånd låg inom flera prioritetsklasser har hanterats genom att ett bestånd tilldelades den prioritetsklass som tyngdpunkten av beståndet låg inom.

Tabell 3. Indelningen av bestånd i prioritetsklasser beroende på beteslandsindelning och beståndssammansättning, områdesbeskrivningar samt målsättning med skötseln för varje klass
Table 3. Classification of the forest into priority classes depending in grazing land subdivisions and forest composition, description of the area and objectives with the management for each class

Prioritetsklass	Områdesbeskrivning	Målsättning
1	Nyckelområden med tall som dominerande trädslag	Områden som är mycket känsliga för skogsskötselåtgärder och är av yttersta vikt för att kunna bedriva renskötsel. Åtgärder här bör vara väl anpassade mot renskötsel. Målsättningen är att skapa optimala förhållanden för bete.
2	Kärnområden med tall som dominerande trädslag	Ett kraftcentrum för samebyn med återkommande användning. Skogsskötselåtgärder bör vara anpassade mot renskötsel. Målsättningen är att skapa bra förhållanden för bete med inslag av skonsam skogsproduktion.
3	Flyttleder som sammankopplar kärnområden	Viktiga att hålla fria från hinder i form av contorta för att man ska kunna transportera renarna och på så sätt kunna nyttja viktiga områden. Målsättningen är minimerad flödesbegränsning.

4	Övriga områden inom betestrakt med tall som dominerande trädslag	Omger kärnområden, bidrar idag inte till bete men bör skötas för att skapa framtida betesmarker. Målsättningen är mild skogsproduktion.
5	Nyckelområden med gran som dominerande trädslag	Om snöförhållandena blir för tuffa så nyttjas dessa för bete av hänglav. Viktigt att skogsskötselåtgärder anpassas mot renskötselns intressen. Målsättning är främst hänglavs-bete med viss arealsandel mild skogsproduktion.
6	Kärnområde med gran som dominerande trädslag	Då granskog inte är av samma betydelse för betet så lättas kraven på skötsel. Sköts med målsättningen bra hänglavs-bete och viss arealandel skogsproduktion.
7	Övriga områden inom betestrakt med gran som dominerande trädslag	Dessa områden är av mindre intresse för renskötsel och sköts med skogsproduktion som huvudsakligt mål.
8	Övriga skogar inom kärnområde	Dessa områden är av mindre intresse för renbete, men på grund av placering sköts de med mer hänsyn. Sköts med skogsproduktion som huvudsakligt mål.
9	Övriga skogar inom övriga områden i betestrakt	Dessa områden är av mindre intresse för renskötsel och sköts med målet skogsproduktion med produktionshöjande åtgärder.

3.3 Formulering, simulering och optimering av skogsskötsel

Efter alla bestånd tilldelats en prioritetsklass utformades och simulerades skogsskötseln i Heureka PlanVis genom att skapa en mängd skogsskötselalternativ per bestånd. Skötselförslagen som genererades optimerades sedan mot given målfunktion med givna restriktioner. Fram till detta steg hanterades datamaterialet som tre delar (Holmen, Sveaskog och privata ägare), de tre beståndsregistren sammanfogades vid simuleringsdelen. Simulering- och optimeringsdelen bestod av tre olika alternativ som sedan låg till grund för analysen:

1. Simulering av ett renskötselanpassat alternativ (RENANP)
2. Simulering som motsvarar dagens skogsbruk (REFSKB)
3. Simulering av maximerat nuvärde (MAXPV)

I alla tre alternativ sattes den reala kalkylräntan till 3%.

3.3.1 Optimeringsmodell

Optimeringsmodellen som formulerades i Heureka PlanVis framgår nedan. För att skötseln skulle följa skogsvårdslagens bestämmelser kring tillåten areal ungskog användes restriktion 3. Contorta brukades på en begränsad areal, andelen bestämdes av restriktion 4. Utifrån statistisk analys över historisk fördelning mellan föryngringsåtgärder skapades restriktion 5-7. Den areal som röjs i dagens skogsbruk är begränsad, nivån bestämdes av restriktion 8. En begränsning i arealen skogsmark som gödslades (9) skapades för att hålla nere åtgärden till en önskad nivå. Om man tar ut GROT efter en föryngringsavverkning så höjs den ekonomiska avkastningen men avsättningen för denna råvara är dock begränsad och därför utfördes åtgärden i begränsad utsträckning (10). Den areal contorta som tilläts i de respektive skötselklasserna styrdes av restriktion 11-12. Bränning är en åtgärd som kan användas för att återskapa renbetesmarker, men det gäller på lång sikt och är väldigt begränsande för renbetet på kort sikt. På grund av att det är negativt för marklav på kort sikt tilläts det bara i skötselklass 9 och nivån bestämdes av restriktioner 13-14. När skogsmarken når en ålder på 60 år har skogen en sådan struktur som gynnar renlav, därför skapades restriktion 15 med syfte att för varje period öka arealen gammal skog. Restriktioner 16-22 skapades för att styra fördelningen mellan trakthyggesbruk och hyggesfritt skogsbruk.

Definition av index:

Skötselenheter = i

Skötselalternativ = j

Perioder = p

Antal bestånd: $N = 2967$

Antal skötselalternativ för varje bestånd: i : $M_i = 20$ för RENANP och i : $M_i = 10$ för MAXNPV och REFSKB,

Antal perioder: $p = 20$

Målfunktion:

Max: Sum Npv (A)

Max: Sum Npv – TotalHighBasal (B)

Restriktioner:

Areal ungskog $\leq 0,5 * \text{areaTot}$ (3)

TotAreaContorta $\leq (Z) * \text{areaTot}$ (4)

AreaPlanttot $\geq \text{areaFinalFelledTot} * 0,6$ (5)

AreaSaddTot $\geq \text{areaFinalFelledTot} * 0,05$ (6)

AreaNfTot $\leq \text{areaFinalfelledTot} * 0,3$ (7)

TotareaClean $\leq \text{areaTot} * 0,55$ (8)

AreaFertTot $\leq \text{areaTot} * 0,12$ (9)

AreaGROTTot $\leq \text{areafinalfelledTot} * 0,15$ (10)

TotalArealContortaKlass4 $\leq \text{Totalarealklass4} * 0,05$ (11)

TotalArealContortaKlass7o9 $\leq \text{Totalarealklass7o9} * 0,10$ (12)

BurnedAreaKlass9[p] $\geq \text{RegArealKlass9[p-1]} * 0,04$ För alla $p=1 \dots 20$ (13)

BurnedAreaKlass9[p] $\leq \text{RegArealKlass9[p-1]} * 0,06$ För alla $p=1 \dots 20$ (14)

$Skogsareal60ar[p] \geq Skogsareal60ar[p-1] * 1,01$	För alla $p=1 \dots 20$	(15)
$ArealCCFklass2[p] \geq Totarealklass 2 * 0,6$	För alla $p=1 \dots 20$	(16)
$ArealCCFklass2[p] \leq Totarealklass 2 * 0,7$	För alla $p=1 \dots 20$	(17)
$ArealCCFklass5[p] \geq Totarealklass 5 * 0,4$	För alla $p=1 \dots 20$	(18)
$ArealCCFklass6[p] \geq Totarealklass 6 * 0,6$	För alla $p=1 \dots 20$	(19)
$ArealCCFklass6[p] \leq Totarealklass 6 * 0,7$	För alla $p=1 \dots 20$	(20)
$ArealCCFklass8[p] \geq Totarealklass 8 * 0,2$	För alla $p=1 \dots 20$	(21)
$ArealCCFklass8[p] \leq Totarealklass 8 * 0,3$	För alla $p=1 \dots 20$	(22)

Beräkning av kontovariabler som används i restriktioner och målfunktion:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M[i]} npv[i, j] * area[i] * x[i, j] = sumNPV \quad (23)$$

$$\sum_{p=1}^P ArealContorta[p] = TotArealContorta \quad (24)$$

$$\sum_{p=1}^P areaFinalfelled[p] = areaFinalfelledTot \quad (25)$$

$$\sum_{p=1}^P areaPlant[p] = areaPlantTot \quad (26)$$

$$\sum_{p=1}^P areaSadd[p] = areaSaddTot \quad (27)$$

$$\sum_{p=1}^P areaNf[p] = areaNfTot \quad (28)$$

$$\sum_{p=1}^P areaFert[p] = areaFertTot \quad (29)$$

$$\sum_{p=1}^P areaGROT[p] = areaGROTTot \quad (30)$$

$$\sum_{p=1}^P Highbasalarealklass 1234[p] = TotalHighbasal \quad (31)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} BurnedStandKlass9[i] * X[i, j] * area[i] = BurnedArealKat9[p] \quad (32)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} MedelalderOver60 * X[i, j] * area[i] = Skogsareal60ar[p] \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} ContortaKlass4 * X[i, j] * area[i] = ArealContortaKlass4[p] \quad (34)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} ContortaKlass7o9 * X[i, j] * area[i] = ArealContortaKlass7o9[p] \quad (35)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} CCFklass2[i, j, p] * X[i, j] * area[i] = ArealCCFklass2[p] \quad (36)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} CCFklass5[i, j, p] * X[i, j] * area[i] = ArealCCFklass5[p] \quad (37)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} CCFklass6[i, j, p] * X[i, j] * area[i] = ArealCCFklass6[p] \quad (38)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M(i)} CCFklass8[i, j, p] * X[i, j] * area[i] = ArealCCFklass8[p] \quad (39)$$

För att kunna formulera målfunktionerna så behövdes summan av nuvärdet (23) för samtliga bestånd, skötselalternativ och vilken andel av bestånden som inkluderas. En restriktion av areal contorta krävde att den totala arealen som förnygrades med contorta summerades över samtliga perioder (24). Fördelningen mellan förnygringsåtgärder styrdes av den totala arealen som förnygringsavverkas (25) över planperioden samt den totala arealen där respektive metod applicerades (26-28). Den totala arealen som gödslades (29) eller där GROT togs ut (30) summerades över planperioden för att möjliggöra formuleringen av restriktioner på de respektive åtgärdernas tillåtna areal. Produkten av beståndsdelen som inkluderats i åtgärder och dess grundyta summerades (31). Produkten låg som grund för att formulera målfunktionen där hög grundyta bestraffades. Den areal som tilläts markberedas med bränning i prioritetsklass 9 summerades (32) och användes för att styra vilken areal bränning skulle tillåtas på. Arealen för samtliga bestånd med en medelålder över 60 år summerades (33) och låg till grund för att formulera en restriktion som ökade arealen skogsmark med en ålder över 60 år. I prioritetsklass 4, 7 och 9 tilläts contorta på en begränsad areal, för att styra nivå av contorta så summerades arealen som

föryngrats med contorta (34-35). Skötselklasser 2,5,6 och 8 sköttes till viss del med hyggesfritt skogsbruk. För att styra vilken andel av klassen som skulle skötas hyggesfritt så summerades de olika prioritetsklassernas respektive areal som sköttes med hyggesfritt skogsbruk (36-39). Ekvationer 32-39 gäller för alla $P=1 \dots 20$.

Definition av variabler:

$X[i,j] = [0,1]$ = Andel av bestånd i som behandlas med skötselprogram j

Areal Ungskog $[p]$ = arealen skogsmark som har en medelålder under 20år för varje period p (ha).

ArealContorta $[p]$ = Den areal som föryngrats med Contorta i period p

TotAreaContorta = Den totala arealen av skogsmark som föryngrats med Contorta för alla perioder p

AreaFinalfelled $[p]$ = Den areal som föryngringsavverkats i period p (ha)

AreaFinalfelled = Den totala arealen av skogsmark som Föryngringsavverkats för alla perioder p (ha)

Areaplant $[p]$ = Den areal som föryngrats med plantering i period p (ha)

AreaplantTot = Den totala arealen av skogsmark som planterats för alla perioder p

AreaSadd $[p]$ = Den areal som föryngrats med sådd i period p (ha)

AreaSaddTot = Den totala areal som föryngrats med sådd för alla perioder p (ha)

AreaNf $[p]$ = Den areal som föryngrats med naturlig föryngring i period p (ha)

AreaNfTot = Den totala areal som föryngrats med naturlig föryngring för alla perioder p (ha)

AreaFert $[p]$ = Den areal som gödslats i period p (ha)

AreaFertTot = Den totala areal som gödslats för alla perioder p (ha)

AreaGROT $[p]$ = Den areal där volymen GROT-uttaget är över 1 ton DM/ha i period p (ha)

AreaGROTTot = Den totala areal där GROT tagits ut för alla perioder p (ha)

Highbasalareaklass1234 $[p]$ = En produkt av åtgärdsarealen multiplicerat med grundytan för bestånd ur klass 1, 2, 3 och 4 med en medelålder över 20 år för varje period p

Totalhighbasalareaklass1234 $[p]$ = Summan av alla perioders åtgärdsareal multiplicerat med grundytan för bestånd ur klass 1,2,3 och 4 med en medelålder över 20 år

BurnedArealKat9 $[p]$ = Den areal som inom skötselklass 9 där hyggesbränning appliceras för period p

RegArealKat9 $[p]$ = Areal skogsmark som kalavverkas där åtgärd för föryngring måste sättas in för varje period p

Skogsareal60ar $[p]$ = Arealen av skog som är över 60 år för varje period p

ArealContortaKlass4 $[p]$ = Arealen i skötselklass 4 som föryngras med contorta i varje period p

ArealContortaKlass7o9 $[p]$ = Sammanlagda Arealen av bestånd ur skötselklass 7 och 9 som föryngras med contorta i varje period p

Definition av Parametrar:

$Npv_{i,j}$ = Totalt nuvärde för bestånd i med alternativ j (SEK/ha)

$Area_i$ = Arealen för bestånd i (ha)

$Area_{Tot}$ = Summan av alla bestånds individuella area (ha)

$GTOttag_{i,j,p}$ = Volymen GROT från bestånd i , skötselalternativ j och period p

$BurnedStandKlass9[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p markbereds med hyggesbränning annars 0

$MedelalderOver60[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p har en medelålder som överstiger 60 år annars 0

$ContortaKlass4[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p ur skötselklass 4 föryngras med contorta annars 0

$TotArealKlass4$ = Totala arealen av skötselklass 4

$ContortaKlass7o9[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p skötselklass 7 eller 9 föryngras med contorta annars 0

$TotArealKlass7o9$ = Totala arealen av skötselklass 7 och 9 sammanslaget

$CCFklass2[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p skötselklass 2 sköts med Kontinuitetsskogsbruk

$TotArealKlass2$ = Totala arealen av skötselklass 2

$CCFklass5[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p skötselklass 5 sköts med Kontinuitetsskogsbruk

$TotArealKlass5$ = Totala arealen av skötselklass 5

$CCFklass6[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p skötselklass 6 sköts med Kontinuitetsskogsbruk

$TotArealKlass6$ = Totala arealen av skötselklass 6

$CCFklass8[i,j,p]$ = 1 om bestånd i med skötselalternativ j i period p skötselklass 8 sköts med Kontinuitetsskogsbruk

$TotArealKlass8$ = Totala arealen av skötselklass 8

3.3.2 Renskötselanpassat skogsbruk (RENANP)

I det renskötselanpassade alternativet (RENANP) skapades för varje prioritetsklass en skogsdomän och för varje domän specificerades i sin tur skogsskötseln. De olika skötselprogrammen utformades för att underhålla eller återskapa förhållanden som gynnar marklav. Skötselprogrammen utformades så att man parallellt ska kunna bedriva en hållbar skogsproduktion (tabell 5).

För RENANP användes målfunktion B för optimeringen med syftet att bestraffa hög grundyta inom de prioritetsklasserna där tall var det dominerande trädslaget (1-2,4) så att skötselalternativ som höll nere grundytan väljs i optimeringen. De restriktioner som var aktiverade under RENANP var 3, 11-22. Motivering till skötseln och restriktioner sammanfattades och summerades nedan. Skötselprogrammen för de olika prioritetsklasserna sammanfattas i tabell 5.

Tabell 5. Översikt av skötselåtgärder för respektive prioritetsklass som implementeras för prioritetsklasserna i Heureka. Förkortningar för de åtgärderna och skogsskötselsystemen som användes: skonsam markberedning (SM), naturlig föryngring (NF), Bränning (B), Sådd (S), Contortaföryngring (C), Hård Röjning (ÅR), Hård Gallring (KG), Skogsgödsling (SG), GROT-uttag (GROT), Hyggesfritt skogsbruk (HFS) och Trakthyggesbruk (THB).

Table 5. Overview of management for each priority class that will be implemented on the different priority classes in Heureka. Shortening of the measures and forest management systems that were

used: gentle scarification (SM), natural regeneration (NF), burning (B), sowing (S), regenerating Contorta (C), intense cleaning (ÅR), intense thinning (KG), forest fertilization (SG), extraction of forest residuals (GROT), continuous cover forestry (HFS) and conventional clear-cutting system (THB)

Prioritetsklass	SM	NF	B	S	C	KR	KG	SG	GROT	HFS	THB
1	X	X				X			X	X	
2	X	X				X	X		X	X	X
3	X	X				X	X		X		X
4					X	X			X		X
5	X									X	X
6										X	X
7					X			X			X
8										X	X
9			X	X	X			X			X

Prioritetsklass 1 (tallskogar inom nyckelområden) sköttes med hyggesfritt skogsbruk. För att hålla nere stamantalet så röjdes bestånden hårt. Hyggesfritt skogsbruk leder till att ett bestånd bara kommer att gå genom ungskogsfasen en gång, därför kommer bestånden röjas maximalt en gång.

Prioritetsklass 2 (tallskogar inom kärnområden) sköttes med en kombination av hyggesfritt skogsbruk och trakthyggesbruk där fördelningen av areal mellan skötselsystemen styrdes av restriktioner 16-17. Delarna som sköttes med trakthyggesbruk markbereddes skonsamt. För att inte bestånden skulle hinna sluta sig så att ljusinsläppet blev begränsande så glesades bestånd vid röjning ner till 1200 stammar/hektar. Vid förnygringsavverkningar gjordes GROT-uttag.

Prioritetsklass 3 (flyttleder) sköttes med trakthyggesbruk, men eftersom det är viktigt att hålla lederna framkomliga så utfördes hårdare röjningar samt att GROT togs ut. Vid röjningen så glesades bestånden ut till 1200 stammar/ha (Anon., 2008).

Prioritetsklass 4 (Tallskogar inom betestrakten) sköttes med trakthyggesbruk men med hårdare röjningar samt att man gallrade något hårdare än konventionell gallring. Vid kalhuggning togs GROT ut samt att markberedning utfördes med skonsamma metoder. Eftersom contorta och inhemsk tall har liknande krav på ståndort, samt att beteslandet är av mindre vikt, så var detta egentligen den enda klassen där det var lämpligt att förnygra contorta. Contorta var endast tillåtet på en begränsad areal och styrdes av restriktion 3.

Prioritetsklass 5 (Granskogar inom nyckelområden) sköttes med målsättningen att täcka betesbehovet av hänglav då snöförhållandena förhindrar marklavsbete. Områdena sköttes med en kombination av hyggesfritt skogsbruk och trakthyggesbruk. Fördelningen mellan skötselsystemen styrdes av restriktion 18.

Prioritetsklass 6 (Granskogar inom kärnområde) sköttes till största delen med konventionellt trakthyggesbruk men för att säkra framtida bete med hänglav så bedrevs hyggesfritt skogsbruk på en del av arealen. Fördelningen mellan skötselsystemen styrdes av restriktioner 19-20.

Prioritetsklass 7 (Granskogar inom betestrakt) sköttes med trakthyggesbruk som hade

virkesproduktion som målsättning. Inom denna prioritetssklass tilläts föryngring av contorta förutom på fuktig eller högproduktiv mark (Elfving et al., 2001). Den tillåtna arealen som föryngrades med contorta styrdes av restriktion 12.

Prioritetssklass 8 (Övriga skogar inom kärnområden) är av lägre värde för renbete, men då kärnområden och de inneslutna nyckelområdena var känsliga för ingrepp så sköttes området med en kombination av trakthyggesbruk och hyggesfritt skogsbruk. Fördelningen mellan skötselsystemen styrdes av restriktioner 21-22.

Prioritetssklass 9 (Övriga skogar inom betestrakt) sköttes med trakthyggesbruk som hade virkesproduktion som huvudsaklig målsättning. Inom denna skötselklass så tilläts föryngring av contorta. Det var även tillåtet att markbereda med hyggesbränning. Tillåtna arealer av föryngring av contorta samt hyggesbränning bestämdes av restriktioner 12-14.

En utförlig beskrivning av det tekniska tillvägagångssättet i PlanVis redovisas i bilaga 4.

3.3.3 Referensskogsbruk (REFSKB)

Det andra alternativ benämns som referensskogsbruk (REFSKB) och hade som mål att efterlikna dagens skogsbruk. För att uppnå detta så har statistik från SKA15 (Claesson et al., 2015), skostatistisk årsbok (Skogsstyrelsen, 2014a) samt kunskapsplattform för skogsproduktion (Skogsstyrelsen, 2015) använts. För samtliga källor användes information för Norra Norrland. Utfallet av analysen visade på att åtgärder i dagens skogsbruk avviker från det ekonomiskt optimala. Resultatet från denna simulering agerade som referens för att jämföra mot den renskötselanpassade skogsskötseln. Syftet med att formulera simuleringen på detta sätt var att jämförelserna skulle vara rättvisa och verklighetsförankrade.

För REFSKB användes målfunktion A och restriktioner 3-10. Restriktionerna grundar sig i en litteraturstudie, en sammanställning av faktagrunden presenteras nedan. En teknisk beskrivning av formuleringen i PlanVis finns bifogat i bilaga 3.

Den första åtgärden som utförs under en omloppstid är föryngring. Det som i dagens skogsbruk avviker från optimalt vid föryngring är fördelningen mellan föryngringsåtgärderna plantering, sådd och naturlig föryngring (tabell 4) (Claesson et al., 2015). Fördelningen mellan föryngringsåtgärderna påverkar nuvärdet då de bland annat resulterar i olika etableringstider och stamantal. Fördelningen mellan metoderna styrdes av restriktioner 5-7. Inblandningen av contorta i dagens skogsbruk är 5 % av totala arealen (Skogsstyrelsen, 2014a) där nivån styrdes av restriktion 4 där värdet på Z sattes till 0,05.

Tabell 4. Fördelning mellan föryngringsåtgärder i alternativet REFSKB som styrs med restriktioner 5-7

Table 4 Distribution between regeneration methods in the alternative REFSKB set by restriction 5-7

Föryngringsåtgärd	Andel (%)
Plantering	68
Sådd	7
Naturlig Föryngring	25

Rekommendationerna för när ett bestånd ska röjas ligger i höjdintervallet 2-3 m. I

trakthyggesbruk så bör alla bestånd röjas åtminstone en gång (Hallsby, 2008). Men idag är det endast 50-55 % av ungskogsarealen som faktiskt röjs (Claesson et al., 2015) och den utförs vid en beståndsmedelhöjd på något över 3 m (Skogsstyrelsen, 2015). Styrningen av röjningsareal bestämdes av restriktion 8. När sedan skogen nått en beståndmedelhöjd i intervallet 12-15 meter rekommenderas att man utför en förstagallring med en gallringsstyrka inom intervallet 25-30% (Hallsby, 2008). Enligt det statistiska underlaget så tenderar båda gallringstidpunkt och gallringsstyrka att ligga i de övre delarna av rekommendationerna, en förstagallring utförs vid 15m med en gallringsstyrka på 30 % (Claesson et al., 2015; Skogsstyrelsen, 2015). Justeringar i gallringsinställningar beskrivs detaljerat i bilaga 3. När ett bestånd närmar sig föryngringsavverkning så kan man öka produktionen genom att kvävegödsla. Gödsling som åtgärd kan vid applicering i rätt typ av bestånd ge en extra tillväxt på upp mot 15 m³sk/ha under en 10-årsperiod (Hallsby, 2008). Gödsling är en åtgärd som i dagens skogsbruk årligen endast utförs på 0,27 % av den totala produktiva skogsarealen (Claesson et al., 2015; Skogsstyrelsen, 2014a). Nivån för vilken areal som gödsling tilläts på styrdes av restriktion 9. Det är tillåtet att föryngringsavverka skogen när åldern passerat lägsta slutavverkningsålder (LSÅ), vilket i försöksområdet ligger på 85 år. I Norra Norrland så är medelåldern för föryngringsavverkning 113 år (Claesson et al., 2015), för ytterligare detaljer kring hur detta hanterades i Heureka se bilaga 3. Efter utförd gallring eller föryngringsavverkning så kan man förbättra den ekonomiska avkastningen genom uttag av GROT. Under 2014 togs GROT ut på 11 % av arealen som gallrades eller föryngringsavverkades, nivån styrdes av restriktion 10.

3.3.4 Högsta nuvärde (MAXPV)

I det första alternativet (MAXPV) söktes det högsta nuvärdet och för optimeringen användes målfunktion A, maximerat nuvärde. Endast restriktion 3 och 4 var aktiverade. För restriktion 4, som hanterade arealsbegränsningen av contorta var värdet på $Z = 0,1$ vilket innebär att contorta tilläts föryngras på 10% av arealen. Syftet med simuleringen var att visa på att man i denna studie tagit med i beräkning att skogarna kan ge högre ekonomisk avkastning än vad som uppnås med dagens skogsbruk. Det syftade även till att visa på vilka övriga effekter detta strikt ekonomisk skogsbruk skulle resultera i för rennärningen.

Simulering tillät gödsling, GROT-uttag och contorta. Dessa åtgärder återfinns i de två andra alternativen och påverkar nuvärdet positivt. De måste då finnas med i detta alternativ för att jämförelsen inte skulle bli missvisande och att skillnaden i nuvärde skulle minska.

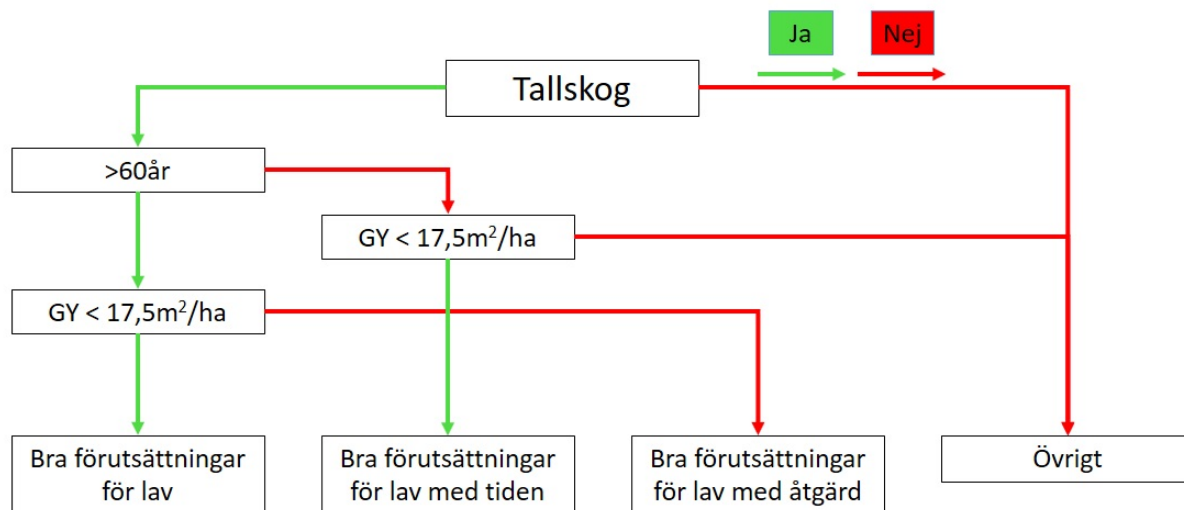
3.4 Analys

När bearbetningarna för de olika alternativen i PlanVis var utförda så jämfördes och analyserades resultaten med avseende på nuvärde, nettointäkter, avverkningsnivåer, förutsättningar för marklav samt flöde inom flyttleder.

Tidigare studier belyser problemet med att analysera resultatet av skötselåtgärder i hänseende till renskötsel (Korosuo et al., 2013). Som lösning så har man skapat en områdesklassificering med olika nivåer av värdefulla strukturer för renbete. Strukturerna utgår ifrån vilket befintligt markskikt, samt vilka beståndsegenskaper området har. Strukturklassificeringen från Korosuo et al. (2013) användes som grund för utveckling av analysmetoden i innevarande studie. Men istället för att utgå ifrån befintligt markskikt så utgick analysen från de beståndsegenskaper som krävdes för att marklav skulle trivas.

Lavrik mark återfinns till 96 % i talldominerade skogar (Sandstrom et al., 2016). Samma studie fann en korrelation mellan minskningen av lavrik mark och ökningen av tät skog som har en ålder över 60 år (Sandstrom et al., 2016). Definitionen av tät skog är att grundytan överstiger 15 m²/ha (Jonsson Čabrajč et al., 2010), men minskningen bedöms vara mer kritisk vid något högre grundyta på cirka 17,5 m²/ha. Utifrån talldominerade skogar och gränsvärden för ålder och grundyta så utformades ett flödesschema för att identifiera de områden som var av värde för renbete (figur 5).

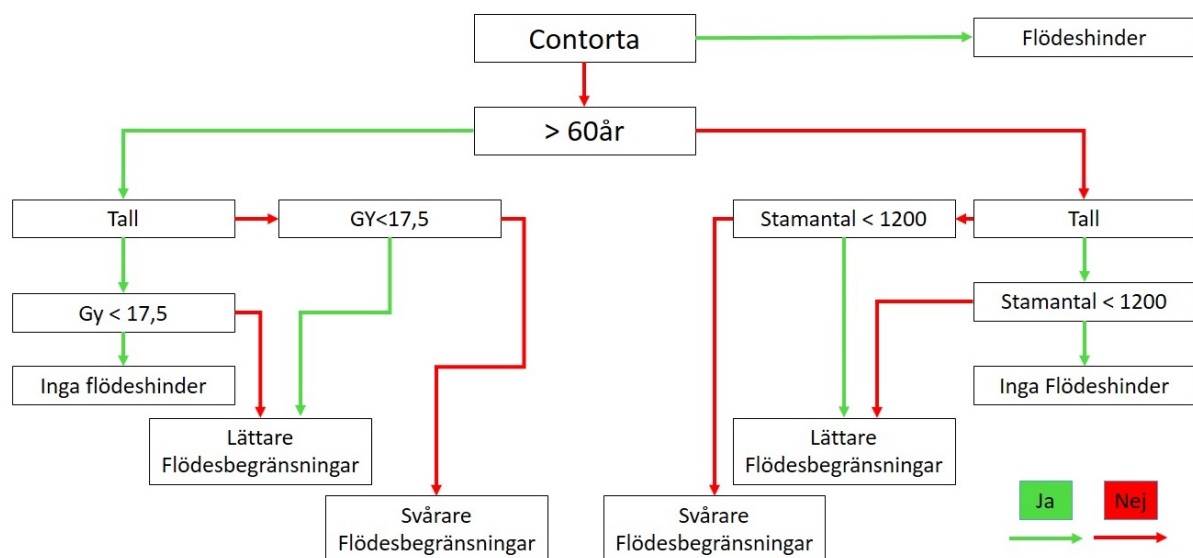
För att ett bestånd ska bedömas att ha ”bra förutsättningar för lav” så skulle det vara en talldominerad skog med en medelålder över 60 år med en grundyta under 17,5 m²/ha. Skogsmark som ännu inte uppnått en medelålder på 60 år men som har en grundyta under 17,5m²/ha kan förväntas uppnå bra förutsättningar med tid. En viktig faktor utöver hur lavtillgången i ett bestånd ser ut är hur lättillgängligt laven är för renarna. Vid dåliga snöförhållanden så kan ett tätare bestånd vara att föredra då is- och snöförhållandena blir annorlunda (Roturier, 2010). Områden som klassificerats som ”bra förutsättningar för lav med åtgärd” har alltså ett värde för renskötsel även utan åtgärd då de är erbjuder bete vid dåliga snöförhållanden. Men med åtgärd så kan ännu bättre förutsättningar för lav skapas. De områden som klassificerats att ha ”bra förutsättningar för lav med åtgärd” är talldominerade skogar över 60 år men med en grundyta över 17,5 m²/ha. Den totala arealen skogsmark som klarar någon av de tre ovanstående förutsättningarna benämndes som ”värdefulla områden”. De bestånd som inte passade in i någon av de beskrivna strukturerna hamnade i kategorin ”övrigt” och bedömdes ha ett lägre värde för som renbete. Analysen utfördes först för hela försöksområdet för att identifiera den totala påverkan av skötselalternativen. Sedan upprepades analysen inom nyckelområdet för att identifiera skötselalternativens påverkan på de mest värdefulla områdena.



Figur 5. Ett flödesschema för klassificering av förutsättningar för marklav inom försöksområdet beroende på dominerande trädslag, medelålder och grundyta. De olika resultatsklasserna var ”bra förutsättningar för lav”, ”bra förutsättningar för lav med tiden”, ”bra förutsättningar för lav med åtgärd” eller övrigt.

Figure 5. A flow chart for classification of conditions for ground lichen within the testing ground depending on dominant tree species, mean age and basal area. The different result classes where "good conditions for ground lichen", "good conditions for ground lichen with time", "good conditions for ground lichen with measures" and other.

Längs flyttlederna så analyserades framkomligheten för en renhjörd. Analysen av framkomligheten började med att identifiera eventuella flödeshinder, sedan analyserades hur den totala nivån av flödesbegränsningar såg ut inom flyttlederna för respektive skötselalternativ. Den beståndsstruktur som efterfrågades var öppna skogar som erbjuder en möjlighet för renskötarna att övervaka och samla ihop sin renhjörd. Gammal skog definierades som en beståndsmedelålder > 60 år, skogar < 60 år benämns som ungskog. Bästa klassen var "inga flödeshinder", klassen tilldelades gamla tallbestånd som hade en grundyta under 17,5 m²/ha. För att talldominerad ungskog skulle klassificeras som "inga flödeshinder" så skulle stamantalet ligga under 1200 stammar/ha. Klassen "lättare flödesbegränsningar" bestod av gamla tallskogar med grundyta över 17,5 m²/ha eller gran- och blandskogar med en grundyta under 17,5 m²/ha. För att ungskogar skulle klassificeras som "lättare flödesbegränsningar" så skulle de vara talldominerade och ha över 1200 stammar/ha eller gran- och blandskogar med under 1200 stammar/ha. Klassen "Svårare flödesbegränsningar" tilldelades äldre bestånd av gran- eller blandskogar med grundyta över 17,5 m²/ha eller yngre gran- eller blandskogar med ett stamantal över 1200 stammar/ha. Bestånd klassificeras som "flödeshinder" om bestånden innehålla contorta. Contorta är ett trädslag som bildar en väldigt tät beståndsstruktur som gör det svårt för renskötarna att driva och övervaka hjorden. Om en sträcka inom flyttlederna innehöll ett flödeshinder så klassificerades den som obrukbar.



Figur 6. Klassificering av flödesförutsättningar för bestånd inom flyttleder beroende på trädslag, grundyta och stamantal. Klasserna var "inga flödeshinder", "lättare flödesbegränsningar", "svårare flödesbegränsningar" och flödeshinder.

Figure 6. Classification of the flow conditions through stands in migration routes depending on tree species, basal area and number of stems. The different classes where "no flow obstacle", "light flow limitations", "difficult flow limitations" and "flow obstacles".

När analysen av skötselalternativens påverkan på renskötsel var klar så analyserades effekterna för skogsnäringen. De resultat som analyserades var nuvärden, avverkningsnivåer och nettointäktsprofiler. Resultaten jämfördes mellan samtliga skötselalternativ. Benämningen "alternativets nuvärde" syftade till medelvärdet på nuvärdet för försöksområdets hela areal givet det skötselalternativ som analyserades. Analysen av avverkningsnivåerna utfördes för att visa på hur uttaget ur skogen påverkades av skötselalternativen. Utöver nuvärde och avverkningsnivåer så analyserades även nettointäktsprofilen för att presenteras för att visa hur avkastningen från skogsbruket fördelades över planperioden.

4. Resultat

Resultaten presenteras som jämförelser mellan samtliga alternativ i form av diagram och tabeller. Alternativen RENANP och REFSKB redovisades även i kartform.

Nuläget

Vid indelning av prioritetsklasser så visade det sig att klass två (kärnområde med tall som dominerande trädslag), fyra (övriga områden inom betestrakt med tall som dominerande trädslag) och nio (övriga skogar inom övriga områden) tillsammans utgjorde 74,9 % av den totala arealen (11 724 ha av totalt 15 677 ha, tabell 6). Prioritetsklass 5 (grandominerad skog inom nyckelområde) saknades helt i området.

Tabell 6. Fördelning av skogsmarksareal på prioritetsklasser (1-9) inom försöksområdet i utgångsläget. Klass ett är av högst värde för renskötsel och klass nio lämnades fritt åt skogsproduktion

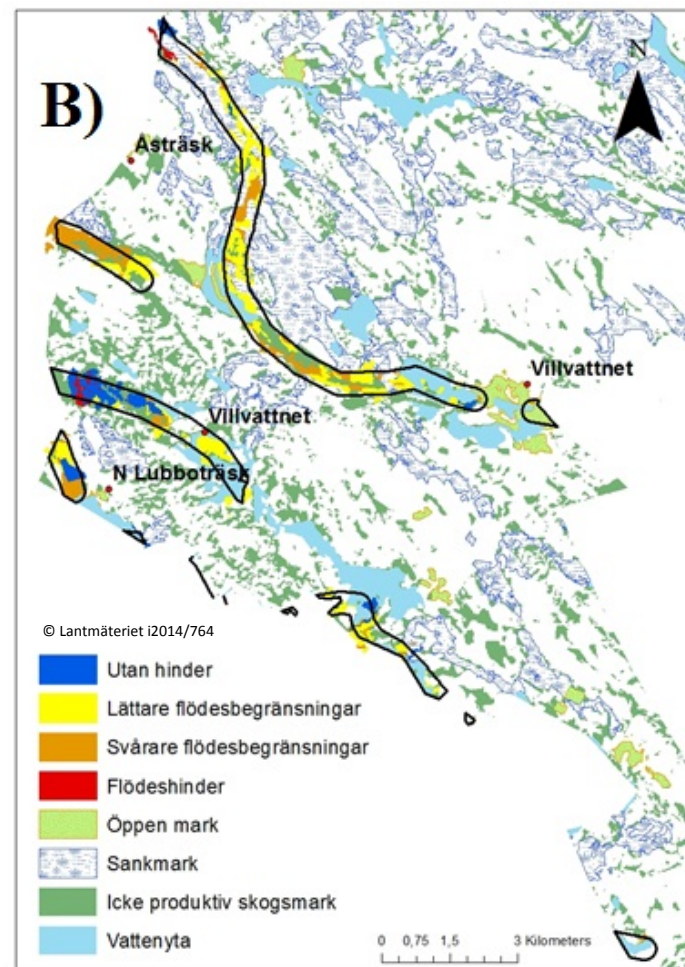
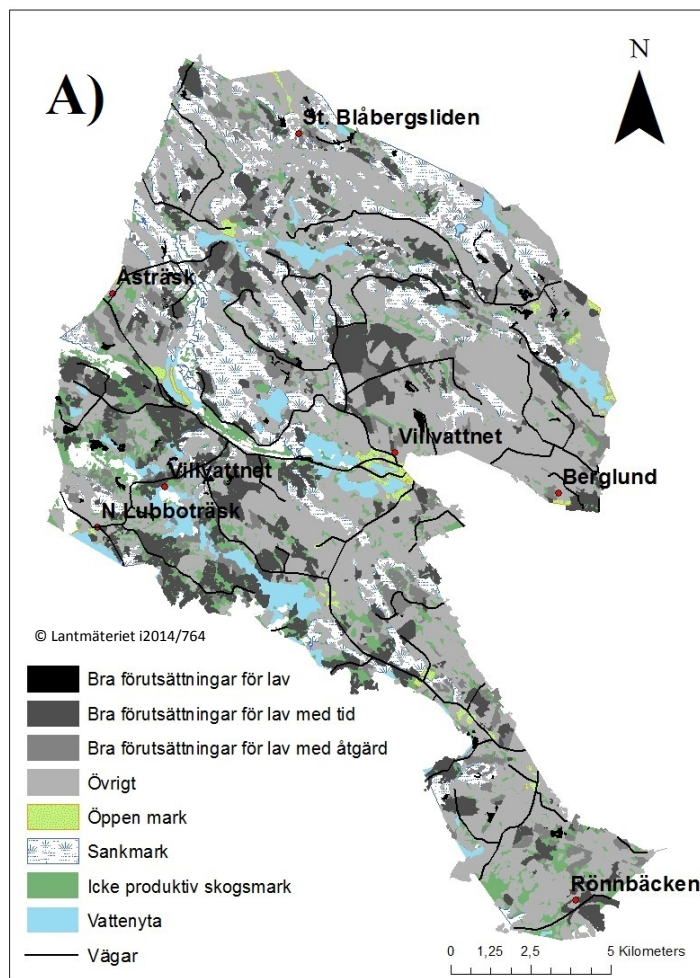
Table 6 Initial distribution of the area between the different priority classes within the testing ground. Class one is of highest value for reindeer husbandry and class nine was left for forestry

Prioritetsklass	Areal (ha)	Andel (%)
1	350	2,2
2	3 504	22,4
3	411	2,6
4	3 929	25,1
5	0	0,0
6	146	0,9
7	427	2,7
8	2 587	16,5
9	4 292	27,4
Totalt	15 677	100

I utgångsläget så innehöll den största delen av försöksområdet skogsmark med låga värden för renbete (figur 7A). Det fanns inga tydliga sammanhängande områden inom någon nivå för de värdefulla områdena. Endast 200 ha (1,3% av den totala arealen) uppnådde nivån med bra förutsättningar för lav och var rumsligt spridda över hela betestrakten.

Flyttlederna dominerades i utgångsläget av lättare och svårare flödesbegränsningar (figur 7B). Flödesbegränsningarna kompletterades av enstaka bestånd klassificerades som utan flödeshinder och med flödeshinder. I övrigt så gick flyttlederna över myrmark, sjöar och icke produktiva skogar (tillväxt < 1m³sk/ha/år) som inte påverkas av skogsskötsel.

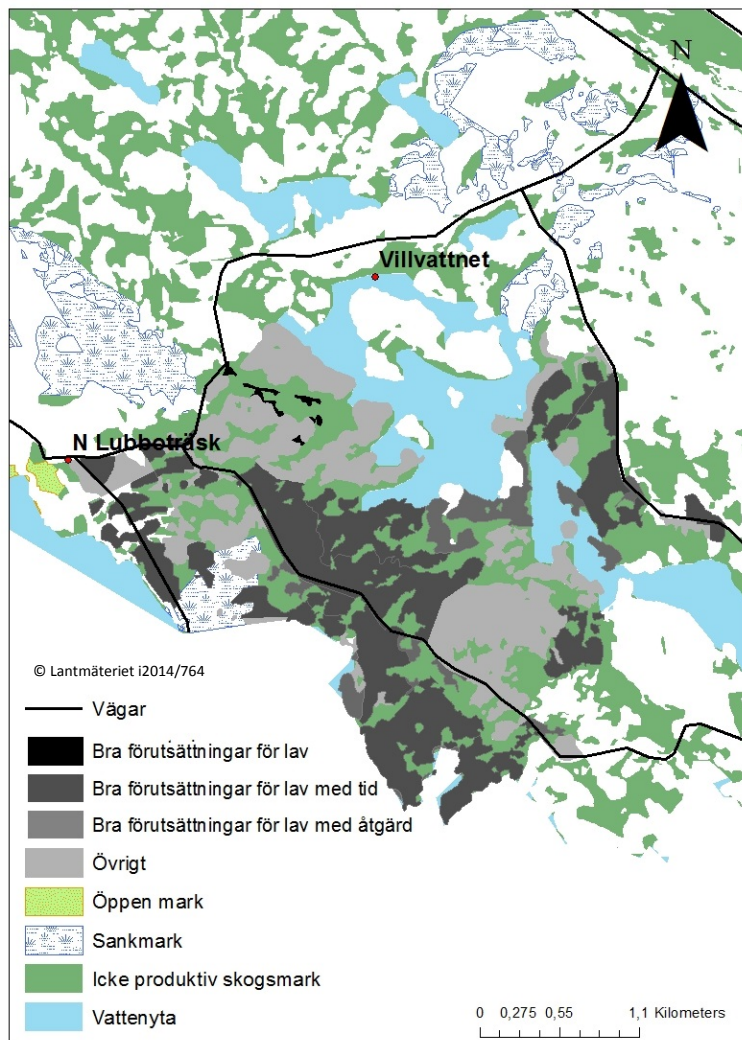
Kartorna (figur 4 och 7) visade på flödeshinder i västra delarna av betestraktensamt att framkomlighet till nyckelområdet förhindras.



Figur 7. Fördelning i utgångsläget av A) av areal som klassificeras att ha "bra förhållanden för lav", "bra förhållanden för lav med tiden" och "bra förhållanden för lav med åtgärd" inom hela försöksområdet B) framkomlighet inom flyttleder inom försöksområdet.

Figure 7. Distribution in the beginning of the planning period of A) area classified to have "good conditions for lichen", "good conditions for lichen in time" and "good conditions for lichen with management" within the entire testing ground B) accessibility of migration routes within the testing ground.

I utgångsläget innefattade nyckelområdet endast mycket små arealer som klassificerades som bra för lav (figur 8). Största delen av nyckelområdet bestod av areal som med tid kan utvecklas till bra förutsättningar för lav och areal som var av lågt värde för renbete. Mellan de bestånd som ingick i analysen så återfanns en hel del icke produktiv skogsmark (impediment).

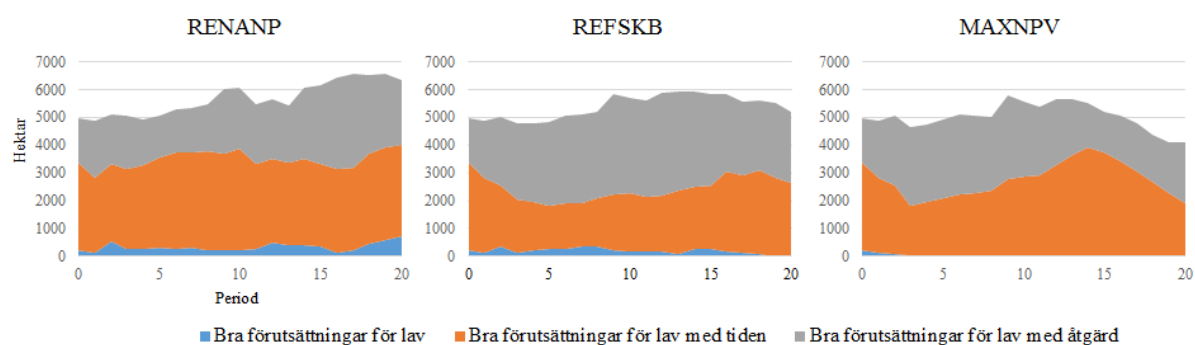


Figur 8. Fördelning av areal som klassificeras att ha "bra förhållanden för lav", "bra förhållanden för lav med tiden" och "bra förhållanden för lav med åtgärd" vid utgångsläget inom nyckelområdet i försöksområdet.

Figure 8. Initial distribution area classified to have "good conditions for lichen", "good conditions for lichen in time" and "good conditions for lichen with management" in the key area within the testing ground.

Utveckling efter simulering och optimering

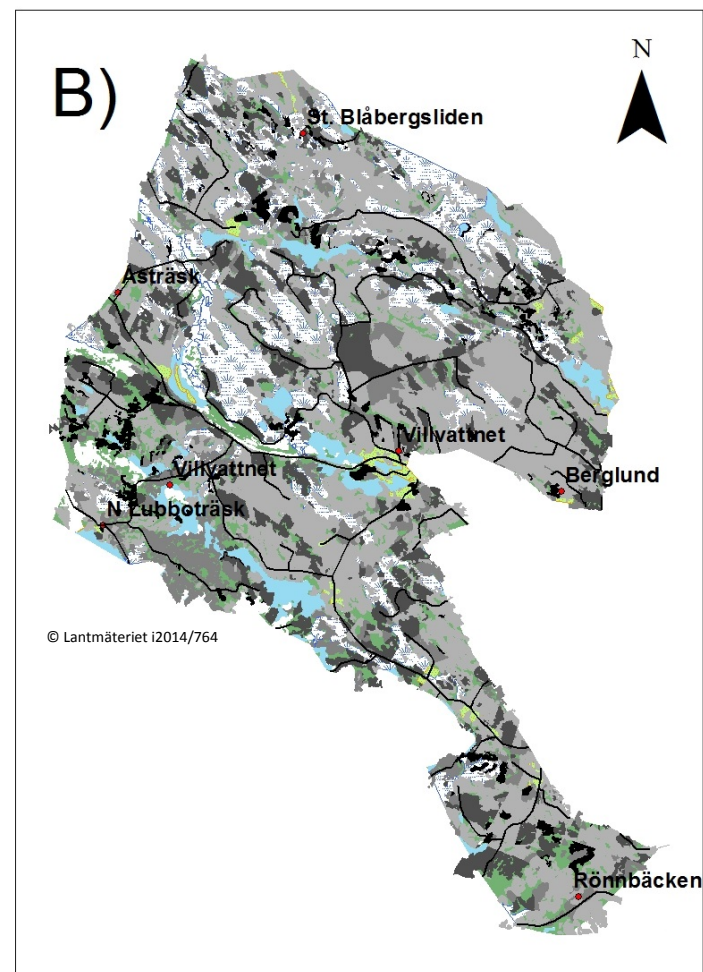
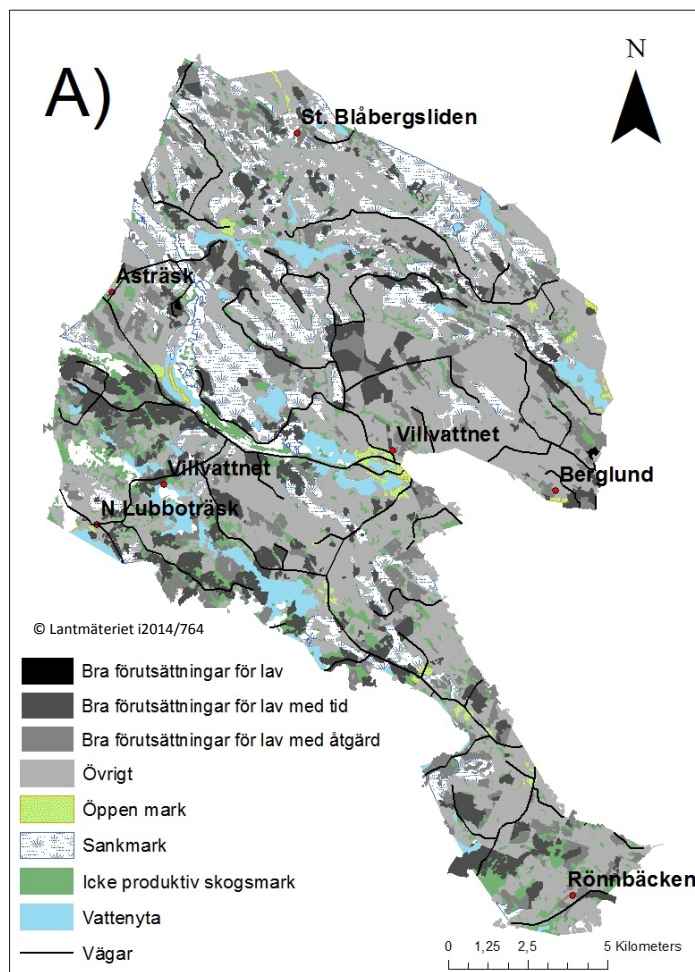
Figur 9 visar hur förutsättningarna för lav utvecklade sig över planperioden för de olika skötselalternativen. RENANP hade en positiv trend med avseende på total areal värdefulla områden, som ökade från 5000 ha till cirka 6100 ha under planeringsperioden. RENANP visar även på en ökning av områden som har "bra förutsättningar för lav" från 200 ha till cirka 700 ha. Alternativet REFSKB har en konstant nivå av värdefulla områden på cirka 5000 ha, men med en minskning av areal med "bra förutsättningar för lav" ner till nära noll. Den sämsta utveckling av den totala arealen värdefulla områden uppvisade MAXNPV med en minskning från 5000 ha till cirka 4000 ha total av värdefulla områden.



Figur 9. Fördelning av areal som klassificeras att ha "bra förhållanden för lav", "bra förhållanden för lav med tiden" och "bra förhållanden för lav med åtgärd" inom försöksområdet över 100 år (20 5-årsperioder).

Figure 9. The distribution of area classified to have "good conditions for lichen", "good conditions for lichen in time" and "good conditions for lichen with management" within the testing ground over 100 years (20 5-year periods).

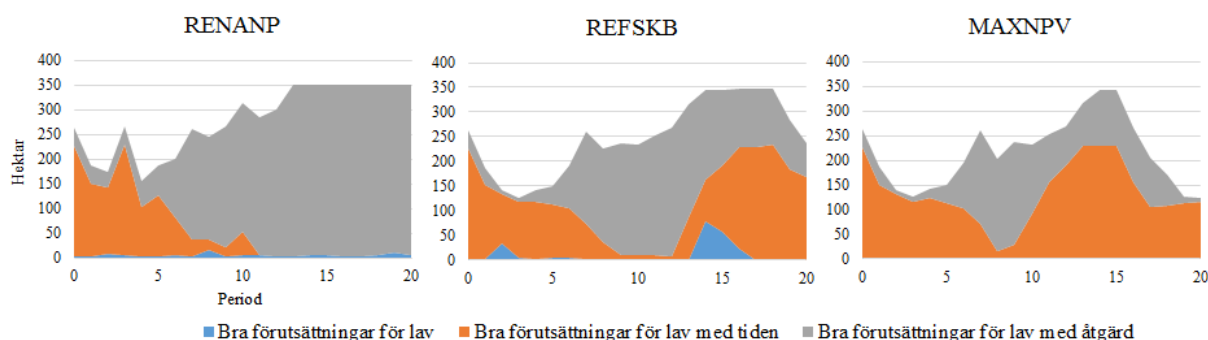
För att analysera effekterna av skötsel med REFSKB och RENANP i ett landskapsperspektiv så analyserades resultatet i en karta (figur 10). Vid jämförelse av de två alternativen i figur 10 tillsammans med figur 4 så kunde man se att de värdefulla områdena var mer koncentrerade inom kärnområdena i alternativ RENANP än i REFSKB.



Figur 10. Fördelning av areal som klassificeras att ha "bra förhållanden för lav", "bra förhållanden för lav med tiden" och "bra förhållanden för lav med åtgärd" inom försöksområdet i slutet av 100 årsperioden för A) REFSKB och B) RENANP.

Figure 10. The distribution of area classified to have "good conditions for lichen", "good conditions for lichen in time" and "good conditions for lichen with management" within the testing ground at the end of the 100-year planning period for A) REFSKB and B) RENANP.

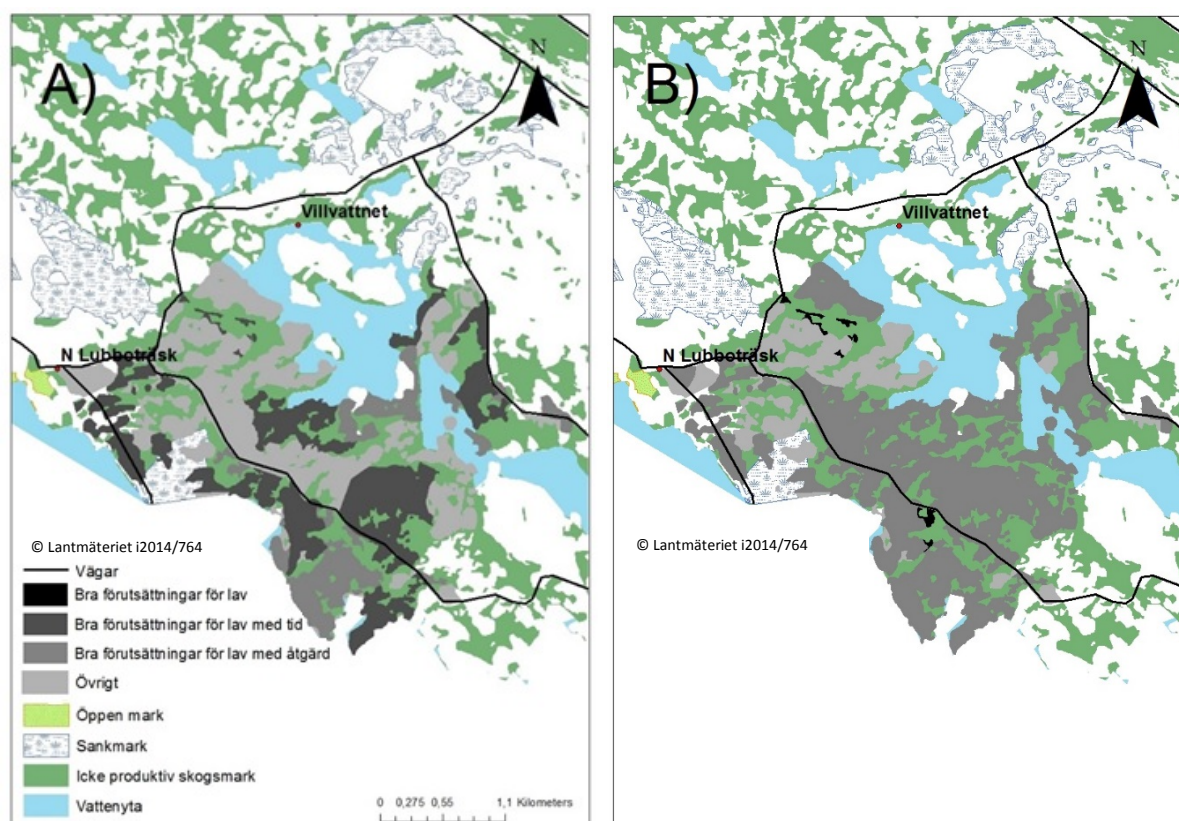
Figur 11 visar på utvecklingen av värdefulla områden för de olika alternativen inom nyckelområdet. RENANP visade på en positiv trend av total areal värdefulla områden. Den största delen av de värdefulla områdena bestod av skog med bra förutsättningar för lav med åtgärd. Det fanns endast kvar några få bestånd med bra förutsättningar för lav. REFSKB visade på en fluktuering av värdefulla områden, i slutet av planperioden (år 100) låg nivån på cirka 240 ha, det innebar en minskning på 10 ha. För alternativet MAXNPV så halverades arealen med värdefulla områden till cirka 125 ha.



Figur 11. Fördelning av areal som klassificeras att ha "bra förhållanden för lav", "bra förhållanden för lav med tiden" och "bra förhållanden för lav med åtgärd" inom nyckelområden över 100 år (20 5-årsperioder).

Figure 11. The distribution area classified to have "good conditions for lichen", "good conditions for lichen in time" and "good conditions for lichen with management" within key areas over 100 years (20 5-year periods).

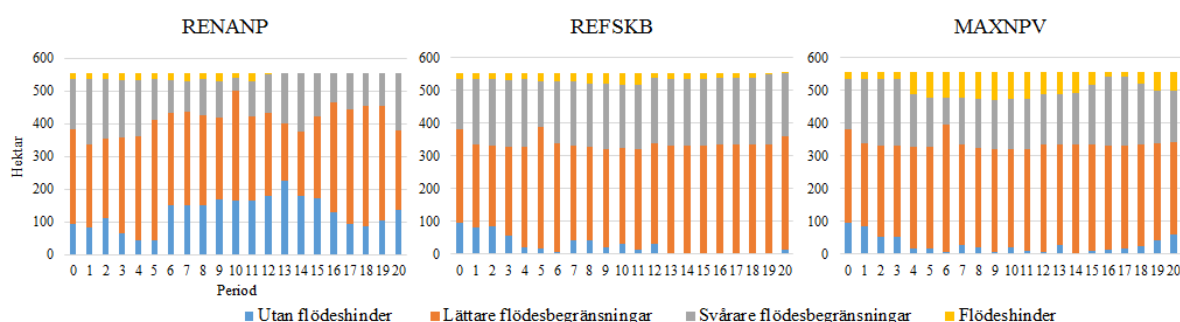
För att analysera effekterna av skötsel med REFSKB och RENANP ur ett landskapsperspektiv så analyserades resultatet i en karta (figur 12). Analysen visade att alternativet REFSKB hade en rumsligt spridd sammansättning av värdefulla områden separerade av områden utan värde för lav. Alternativet RENANP bestod nästan uteslutande av områden som hade bra förutsättningar för lav med åtgärd, de var därför väl rumsligt sammankopplade.



Figur 12. Fördelning av areal som klassificeras att ha ”bra förhållanden för lav”, ”bra förhållanden för lav med tiden” och ”bra förhållanden för lav med åtgärd” i nyckelområdet i slutet av 100 årsperioden för A) REFSKB och B) RENANP.

Figure 12. The distribution of area classified to have ” good conditions for lichen”, ” good conditions for lichen in time” and ” good conditions for lichen with management” within the key areas at the end of the 100-year planning period A) REFSKB and B) RENANP.

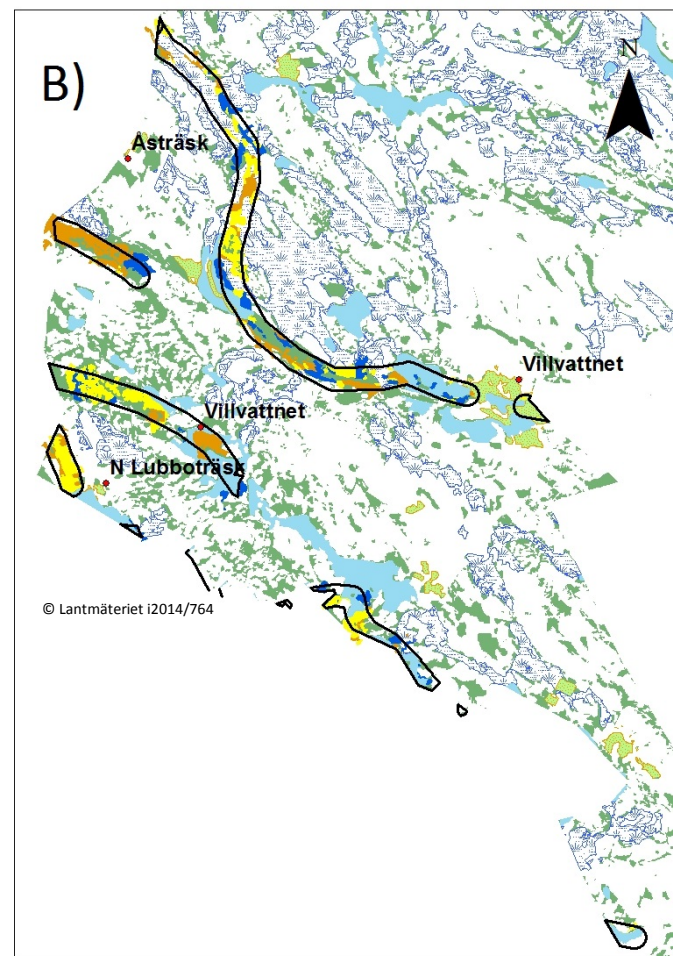
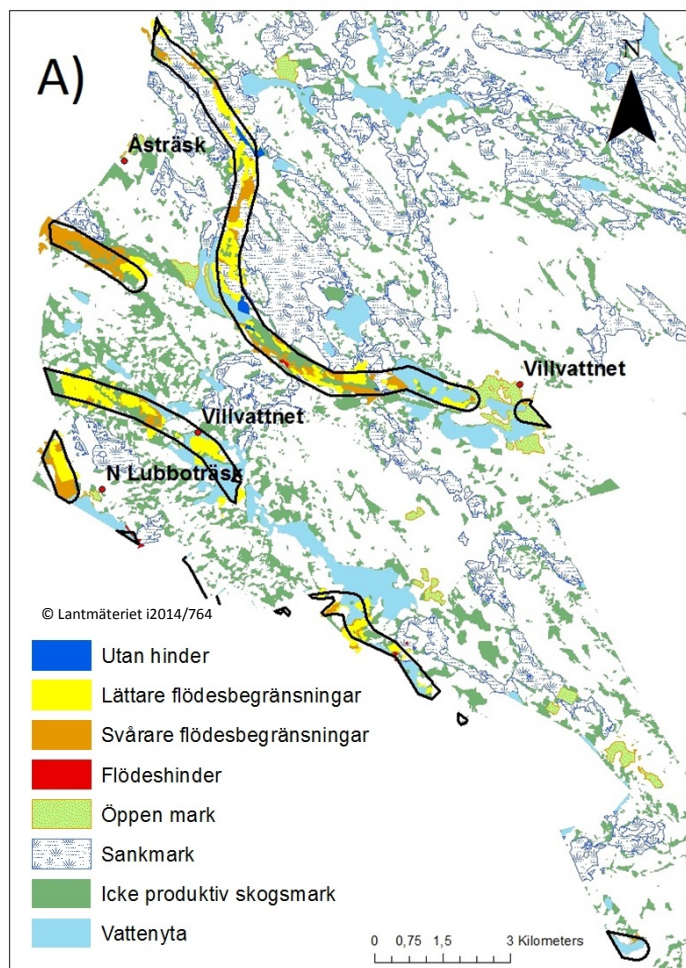
Utvecklingen av bestånden inom flyttlederna över planperioden givet de olika skötselprogrammen presenteras i figur 13. Alternativet RENANP visade på en bra utveckling där områden med flödeshinder försvann helt efter 55 år och en något ökande andel med bestånd utan flödeshinder. För REFSKB så sjönk arealen utan flödeshinder samtidigt som flödeshinder återfanns i samtliga perioder.



Figur 13. En sammanställning av areal som klassificeras som ”utan flödeshinder”, ”lättare flödesbegränsningar”, ”svårare flödesbegränsningar” och ”flödeshinder” inom flyttleder över 100 år (20 5-årsperioder).

Figure 13. A compilation of area classified as “no flow obstacles”, “lighter flow limitations”, “difficult flow limitations” and “flow obstacles” within migration routes over 100 years (20 5-year periods).

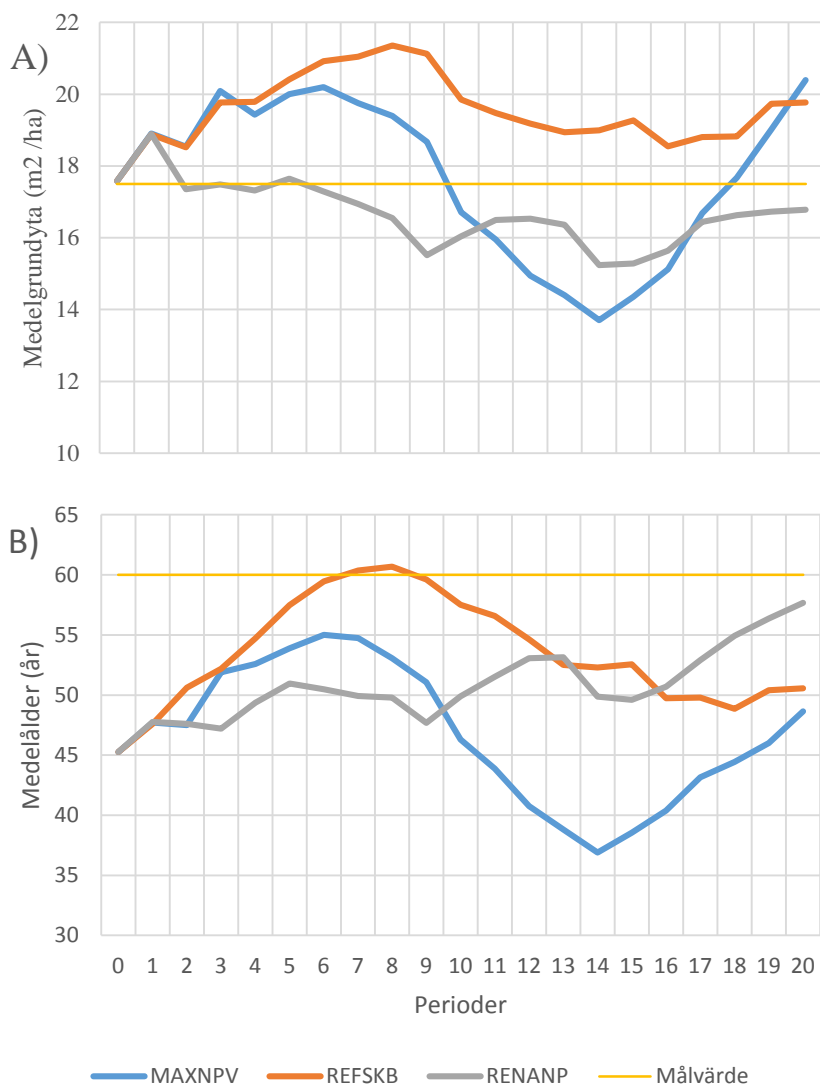
För flyttleder så är inte bara arealeruppgifter om olika flödesförutsättningar av intresse utan även hur de olika förutsättningarna är fördelade rumsligt. I figur 14 framgår att REFSKB genomgående gav en bra sammansättning men där varje delsträcka innehöll bestånd med svårare flödesbegränsningar. RENANP visade också upp bestånd med svårare flödesbegränsningar i varje delsträcka. Den totala sammansättningen av flödesförutsättningar var bättre i RENANP än i REFSKB och det fanns långa sektioner utan flödeshinder eller med lättare flödesbegränsningar. I båda fallen är flödeshindret som återfanns i utgångsläget (figur 7) och förhindrade framkomligheten till nyckelområdet borta.



Figur 14. En överblick av areal som klassificeras som "utan flödeshinder", "lättare flödesbegränsningar", "svårare flödesbegränsningar" och "flödeshinder" inom flyttleder i slutet av 100 årsperioden för A) REFSKB och B) RENANP.

Figure 14 An overview of area classified as "no flow obstacles", "lighter flow limitations", "difficult flow limitations" and "flow obstacles" within the migration routes at the end of the 100 year planning period for A) REFSKB and B) RENANP.

I det renanpassade alternativet så sköttes 91,6 % av skogsarealen med skötselsystemet trakthyggesbruk och 8,6 % med hyggesfritt skogsbruk (14 324 ha respektive 1 340 ha av totalt 15 677 ha).



Figur 15. Utveckling av A) arealvägd grunddyta och målvärde inom försöksområdet över 100 år (20 5-årsperioder) och B) av arealvägd medelålder och målvärde inom försöksområdet över 100 år (20 5-årsperioder).

Figure 15. Shows the development of A) area weighted basal area and target value within the testing area over 100 years (20 5-year periods) B) area weighted mean age and target value within the testing area over 100 years (20 5-year periods).

I figur 15 A visas utvecklingen av den arealvägda medelgrundytan över planperioden för de tre olika alternativen. I utgångsläget så låg den arealvägda medelgrundytan på 17,6 m²/ha, alltså just över den önskade gränsen. Alternativet RENANP resulterade i en arealvägd medelgrunddyta som efter period två sjönk ner under målgrundytan och som sedan höll sig under denna gräns för resterande perioder, i period 20 så var den arealvägda medelgrundytan 17 m²/ha. REFSKB hade en arealvägd medelgrunddyta som aldrig sjönk under denna gräns. För de första åtta perioderna var trenden stadigt ökande, efter toppnoteringen med en grunddyta

på cirka 21 m²/ha så vände det och i period 20 så landade det på 19,7 m²/ha. Alternativet MAXNPV visade på en fluktuerande medelgrundyta mellan 13,7 m²/ha och 20,4 m²/ha, toppnoteringen uppvisades i periodslutet.

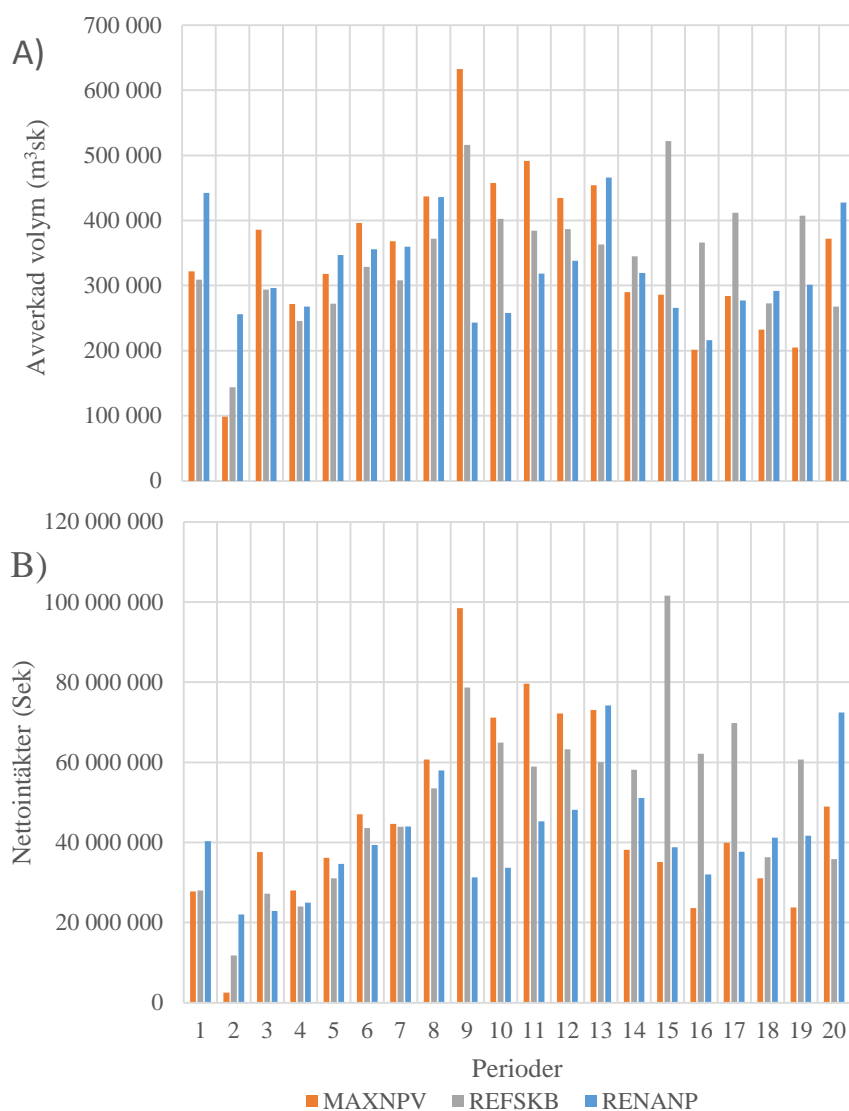
I figur 15B så presenteras den arealvägda medelåldern för de tre olika alternativen. RENANP hade en positiv trend med ökande medelålder över hela planperioden med en ökning från 45 år i utgångsläget till cirka 58 år vid slutet av planperioden. De två övriga alternativ visade också en positiv trend de stannade vid cirka 50 år i planperiodens slut.

Resultatet visar att alternativet MAXNPV hade ett nuvärde på 17 505 SEK/ha. REFSKB resulterade i ett nuvärde på 17 146 SEK/ha, vilket motsvarar en minskning på 2,1 % av nuvärdet jämfört med MAXNPV. Alternativet RENANP hade ett nuvärde på 15 781 vilket motsvarade 92 % av REFSKB eller 90,2 % av MAXNPV. Skillnaderna mellan att sköta skogarna enligt REFSKB och RENANP slutade alltså på 1365 SEK/ha eller 8 % lägre nuvärde för alternativet RENANP (tabell 7).

Tabell 7. Sammanställning av nuvärde per hektar givet skötsel enligt MAXNPV, REFSKB och RENANP för hela försöksområdet. Tabellen beskriver även förhållandena mellan skötselalternativens nuvärden

Table 7. Compilation of net present value per hectare given management according to MAXNPV, REFSKB and RENANP for the entire testing ground. The table also describes the interrelationship between the net present value from the different management programs

	NPV (SEK/ha)	Andel av MAXNPV	Andel Av REFSKB
MAXNPV	17505	100,0%	102,1%
REFSKB	17146	97,9%	100,0%
RENANP	15781	90,2%	92,0%



Figur 16. En beskrivning av A) avverkningsvolym över 100 år (20 5-årsperioder) för de olika skötselprogrammen MAXNPV, REFSKB och RENANP B) nettointäktsprofil över 100 år (20 5-årsperioder) för de olika skötselprogrammen MAXNPV, REFSKB och RENANP.

Figure 16. A description of A) harvested volume over 100 years (20 5-year periods) for the different management programs MAXNPV, REFSKB and RENANP B) net revenue profile over 100 years (20 5-year periods) for the different management programs MAXNPV, REFSKB and RENANP.

Skötselalternativet RENANP visade upp en jämnare men en lägre nivå av avverkningsvolym än REFSKB. Alternativet REFSKB visade upp en topp under period 15 där avverkningsvolymen ligger 200 000 m³sk högre än omgivande perioder (figur 16A). Avverkningsvolymen (m³sk/ha/år) för var 6,3% lägre i RENANP än i REFSKB. Nettointäkterna som presenteras i figur 16B följer samma mönster som avverkningsprofilen med en lägre men jämnare nivå i alternativet RENANP.

Tabell 8 visar vilka medelvärden, avverkningsvolymen och nettointäkter per period som varje alternativ resulterade i. Nettointäkterna per volymenheter visar att alternativet RENANP har lägst nettointäkt per avverkad kubik.

Tabell 8. Årliga medelvärden för avverkningsvolymen, nettointäkter och nettointäkter/volymenhet för de olika skötselprogrammen MAXNPV, REFSKB och RENANP

Table 8. Annual mean values of harvesting volumes, net revenue and net revenue/unit volume for the different management programs MAXNPV, REFSKB and RENANP

	Avverkningsvolymen (m ³ sk/år)	Nettointäkter (SEK/år)	Nettointäkt/volymenhet (SEK/m ³ sk)
MAXNPV	69 371	8 742 019	126,0
REFSKB	69 183	9 648 843	139,5
RENANP	64 841	7 918 029	122,1

5. Diskussion

Vid genomgång av tidigare studier återfanns inga liknande studier där geografisk information från beteslandsindelning använts tillsammans med skoglig data för långsiktig planering och analys. Troligen är denna studie den första av sitt slag och kan vara ett första steg mot att skapa ett verktyg för att förenkla och förbättra samrådsprocessen.

Tidigare studier inom samverkan mellan skogsskötsel och renskötsel utvärderar effekterna av en viss typ av skötsel (Korosuo et al., 2013). Innevarande studie inriktade sig istället på att utforma skötseln för att uppnå ett uttalat mål, sedan analyserades de samlade effekterna som skogsskötseln haft på ekonomi och på förutsättningarna för marklav. För att anpassa skogsskötseln preciserades mål för skogen i nio olika prioritetsklasser (tabell 3). Man fick då nio olika delmål med skötseln inom försöksområdet som tillsammans med restriktioner i optimeringssteget strävade mot ett övergripande mål. Med metoden så kunde man uppnå högsta möjliga nytta för renskötseln till minsta möjliga påverkan på lönsamheten för skogsnäringen.

Analys av försöksområdet i utgångsläget

Inledningsvis analyserades utgångsläget för försöksområdet för att ge en djupare förståelse för förutsättningarna för renskötseln. I utgångsläget bestod den största delen av de värdefulla områdena av skog som uppnår bra förhållanden för lav med tiden. Det återfanns endast en begränsad areal av det som bedömdes ha ”bra förutsättningar för lav” (figur 7). Figur 3 tillsammans med figur 7 visar att majoriteten av privat skogsmark i utgångsläget är inom kategorin ”övrigt”. Den stora andelen av klassen ”övrigt” i privat skog berodde troligen på att det ingående datamaterialet från kNN tenderade till att underskatta de viktiga variablerna ålder och andelen trädslagsrena bestånd. Att åldern underskattades gjorde att många bestånd som var ”bra förutsättningar för lav” nedklassificerades till ”bra förutsättningar för lav med tiden”. Privat skog representerar 32 % av skogsmarken och hade därför en betydande påverkan på de dåliga betesförutsättningarna i utgångsläget. Den låga arealen med bra förutsättningar i utgångsläget är en av anledningarna till att samtliga alternativ har en positiv trend med ökande areal av värdefulla områden de första 50 åren (figur 9). I utgångsläget stod tre av prioritetsklasserna (2,4 och 9) tillsammans för cirka 75% av den totala arealen (tabell 6). Skogsskötseln inom dessa klasser kom därmed att ha störst påverkan på slutresultatet.

Vid analysen av flyttleder i utgångsläget återfanns ett antal bestånd med contorta (figur 7B). De täta contortabestånden skapar svårigheter för renarna att passera samt för rensköterna att hålla översikt över renhjorden, därför klassificerades de i denna studie som flödeshinder. Contortabestånden är bra exempel på vilka brister som finns i dagens och tidigare samråd. Att contorta inte ska finnas inom de mest känsliga områden är ett av de mest grundläggande kraven från rennäringen. I innevarande studie resulterade förekomsten av ett contortabestånd till att flyttlederna inte längre klassificerades som fungerande.

Analysen av nyckelområdets betesförutsättningar i utgångsläget utfördes för att göra en bedömning av nutida och framtida förutsättningar för renskötsel inom denna betestrakt. Egenskaperna inom nyckelområdena är ”av yttersta vikt och dess totalkvalitet är avgörande för att man varaktigt ska kunna bedriva renskötsel inom samebyn”(Jougda, 2011). Analysen visade att 250 hektar av de totalt 350 hektar som innefattades i försöksområdet klassificerades som värdefulla (figur 8 och figur 11). Av de 250 hektaren så bestod den största delen av yngre tallskogar med grunddyta över 17,5. Man kan anta att kvalitén inom nyckelområdet är en

måttstock för totalkvalitén inom betestrakten. Den dåliga totalkvalitén som uppvisades i utgångsläget inom nyckelområdet visar därför på att förhållandena i försöksområdet inte var optimala.

Analys av de olika skötselalternativens vid planslut

Analysen av försöksområdets och nyckelområdets betesförutsättningar samt flyttledernas flödesförutsättningar upprepades för samtliga alternativ för alla planperioder. Det huvudsakliga resultatet visade på det tidigare erkända sambandet mellan justerad skogsskötsel och vändningen på trenden av minskande marklav (Korosuo et al., 2013). Resultatet för RENANP visade på en ökning med 20% av den totala arealen värdefulla områden över planperioden (figur 9), liknande studier visar på en ökning på 14% (Korosuo et al., 2013). Områden som hade bra förutsättningar för lav ökade från 200 hektar till 700 hektar. Det innebär en ökning med 250 % (figur 9).

Alternativet REFSKB – en fortsatt inriktning av skogsskötseln liknande dagens – resulterade i samma totala nivå av värdefulla områden över hela planperioden, men med en sämre sammansättning av värdefulla områden och mer geografiskt utspridda bestånd. Den totala nivån (arealen) av värdefulla områden kan alltså upprätthållas men med en sämre rumslig fördelning (figur 9 och figur 10). Det stora problemet är att alla de bästa områdena skulle försvinna och därmed skulle troligen även områden som har rikligt med lav att försvinna helt med tiden. RENANP har en stadig ökning över tiden inom alla tre strukturer (bra förutsättningar för lav, bra förutsättningar för lav med åtgärd och bra förutsättningar med lav med tiden). Historiskt sett så har förutsättningarna för marklav försämrats som en effekt av bland annat dagens skogsskötsel (Sandstrom et al., 2016). Om man inom renbetesområdet ändrar till den föreslagna renanpassade skogsskötseln så skulle man inte bara stoppa denna degradering utan även förbättra förutsättningarna för förekomst av lav.

Det viktigaste i utvärderingen av flyttleder är inte ökandet av optimala beståndsegenskaper utan minskningen av hinder. De bestånd som i utgångsläget innehöll contorta avvecklades i RENANP under planperioden när contortabestånden avverkades och föryngrades med andra trädslag. Men i REFSKB var det tillåtet att föryngra med contorta inom flyttleder och här fanns dessa hinder kvar hela planperioden. Nivån av bestånd med svårare flödesbegränsningar är lägre i RENANP än i REFSKB (figur 13). Det framgår att för RENANP blir hindren färre och bestånd med bättre framkomlighet fler i jämförelse REFSKB. Ett problem med flödesanalysen var att contortaskogarna som fanns i försöksområdet planterades under 1980-talet och framåt. Medelåldern för contortabestånden var 23 år i utgångsläget, så de fanns kvar som flödeshinder i 55 år för samtliga alternativ.

I alternativet RENANP sköttes de känsliga nyckelområdena med hyggesfritt skogsbruk enligt rekommendationer från tidigare studier (Boudreault et al., 2013; Cedergren, 2008). Man menar på att fördelen med hyggesfritt skogsbruk är att när man inte avverkar så slipper man de negativa effekterna av markberedning. Det fanns dock ett problem med användning av hyggesfritt skogsbruk för att gynna just marklav. Problemet låg i att det var svårt att hålla grundytan på en så låg nivå som önskat utan att bryta mot §10 i skogsvårdslagstiftningen (Skogsvårdslagstiftningen, 1979). Uttag som leder till att bestånd hamnar under §10 kommer emellertid leda till en lägre skogsproduktion. Utfallet blev istället att man skapar för tätt slutna skogar för att marklaven ska trivas. Man kan anta att resultatet av denna skötsel skulle vara bättre om lagen hade tillåtit högre uttag.

Resultatet från skötseln av nyckelområdena enligt RENANP var att områdets 350 hektar vid planperiodens slut nästan uteslutande bestod av skog som kräver åtgärd för att uppnå bra förutsättningar för lav. Det positiva med det hyggesfria skötselalternativet i RENANP var att det med enkla åtgärder går att omvandla hela området till optimala skogstyper för marklav. De skogar som har en grundyta just över 17,5 m²/ha erbjuder även en möjlighet för renarna att komma åt marklaven vid dåliga snöförhållanden. Om man istället applicerade skötsel enligt REFSKB så skulle området bestå av 150 ha skogsmark som med tid skulle utvecklas till att ha bra förutsättningar för lav, kompletterat med 50 ha av områden som kräver åtgärder (figur 11). Alternativet REFSKB skulle alltså leda till att endast 200 ha av totalt 350 ha skogsmark inom nyckelområdet skulle klassificerats som värdefull för renbetet.

Den totala arealen av värdefulla skogsområden av typerna ”bra förhållanden för lav” och ”bra förhållanden för lav med tiden” ökade inom försöksområdet. Samtidigt hade dessa klasser försvunnit nästan helt inom nyckelområdet. Ökningen i försöksområdet ligger främst inom de kärnområdena med tallskog (klass 2). Resultaten visar att det är den modifierade varianten av trakthyggesbruk i de resterande områdena som leder till förbättring av förutsättningarna för marklav.

Analys över utvecklingen av beståndsegenskaper

En av de viktigaste beståndsegenskaperna för att marklav är ljusinsläpp. Ljusinsläppet styrs av variabler som krontäckning, trädslag och grundyta. I innevarande rapport användes grundyta och gränsvärdet definierades som 17,5 m²sk/ha. Med skötsel enligt RENANP så sjönk den arealvägda medelgrundytan under gränsvärdet efter period 2 (figur 15A). Skötseln resulterade i så pass låg grundyta trots att 8,6% av arealen sköttes med ett system där kalhuggning förbjuds och därmed aldrig har en grundyta som är lika med noll. Över hela planperioden sett så har skogen en sjunkande grundyta som effekt av hårdare röjningar och gallringar. Alternativet REFSKB låg till raka motsatsen aldrig under gränsvärdet. Under de första perioderna blir det en större andel äldre skogar med hög grundyta som effekt av den förlängda omloppstiden. Grundytan sjunker efter period 10 då skötseln fortskrider enligt dagens standard med låg areal röjning och gallring efter vanliga gallringsmallar. Det absolut viktigaste resultatet att reflektera över med grundytan är att trenden för grundytan över planperioden. Alternativet RENANP visade på en grundyta som var ganska jämn över hela planperioden. Alternativet REFSKB visade däremot upp en större variation av grundytan över planperioderna. Att grundytan inte fluktuerar så mycket med RENANP tolkades som att man i framtiden kan förvänta sig att grundytan kommer ligga kring dessa låga nivåer.

Ytterligare en beståndsegenskap som är viktig för marklav är ålder. Åldersutvecklingen skiljde sig kraftigt åt mellan alternativen. RENANP hade en stadig men försiktig ökning av medelåldern (figur 15B). Ökningen av medelåldern kan härledas till att bestånden som sköttes med hyggesfria metoder hade en konstant ökande medelålder. Den initiala ökningen av medelåldern för samtliga alternativ berodde på underskattningen av beståndsmedelåldern i kNN. Varför REFSKB fortsatte att öka förklarades av att omloppstiden förlängdes i detta alternativ. En effekt av förlängningen av omloppstiden var att endast ett fåtal bestånd är nog gamla för att avverkas i början. Medelåldern för skötsel enligt REFSKB planar ut och avslutas på nivå just över utgångsläget.

Resultat för skogsnäringen

Nuvärdet var högst i MAXNPV tätt följt av REFSKB som visade på ett nuvärde som var två procentenheter lägre. Att REFSKB uppvisade ett lägre nuvärde än MAXNPV visade på att dagens skogsbruk inte sköts på ett ekonomiskt optimalt sätt. Avvikelseerna kan bland annat förklaras av anpassningar till certifieringar och andra intressen i skogen. Det var därför viktigt att använda sig av REFSKB för att de ekonomiska jämförelserna skulle vara trovärdiga. Avvikelsen mellan dagens skogsskötsel och den ekonomiskt optimala skogsskötseln har även påvisats i tidigare studier (Claesson et al., 2015; Korosuo et al., 2013; Skogsstyrelsen, 2015).

Nuvärdet sjönk med 1365 SEK/ha (8%) för hela försöksområdet med skogsskötsel enligt RENANP i jämförelse med REFSKB (tabell 7). Arealen som sköttes med hyggesfritt skogsbruk visade sig påverka nuvärdet negativt. Samtidigt visade resultatet från innevarande studie att hyggesfritt skogsbruk inte förbättrade potentialen för marklavsbete så pass mycket (figur 11 och 12). Man hade alltså mest troligt uppnått bättre resultat för renskötsel och lägre ekonomisk påverkan för skogsbruket om man utesluter detta skogsskötselsystem.

Hur stor ekonomisk påverkan för skogsindustrin den renanpassade skogsskötseln får beror på vilken fördelning av arealer mellan de olika beteslandstyperna som området har. Ingen betestrakt är den andre lik därför skulle kostnaderna för skötsel enligt RENANP skilja sig åt mellan dem. Resultat från innevarande studie kan dock användas som en fingervisning för i vilken storleksordning det ekonomiska bortfallet kan förväntas hamna.

Avverkningsvolymerna samt nettointäkten var något lägre för RENANP än för de två övriga alternativen. De lägre avverkningsvolymerna och nettointäkter för RENANP var en effekt av det hyggesfria skogsbruket samt det låga stamantalet som följer av att man röjer hårt på stora arealer och därmed minskar totalproduktionen per bestånd. Att man får en lägre nettointäkt per volymenhet med hyggesfria skötselsystem beror på att man har maskiner inne i bestånden med jämna mellanrum och tar ut mindre volymer. Kostnaden för att etablera maskiner vid beståndet är densamma oavsett om man gör små uttag eller om man kalavverkar och tar ut stora volymer. Det som man istället kan tolka som positivt är att med RENANP så kommer avverkningsvolymerna att ligga på en jämnare nivå över perioden. En jämn nivå på avverkningsvolymerna underlättar planeringen för skogsbruket då det är bra att ha ett jämnt flöde av råvaran.

Att REFSKB uppvisar en högre nettointäkt per volym men ett lägre nuvärde än MAXNPV beror på att man i REFSKB inte avverkar vid optimala tidpunkter. Nuvärdesberäkningar beror på när under planperioden som intäkterna faller in. I alternativet REFSKB så förlängdes omloppstiderna och därmed försköts inkomsterna från föryngringsavverkningarna längre fram i tiden.

Implementering och effekter på samrådssituationen

Tidigare studier visar på att kostnaden för samråd kan uppgå till cirka 36 000 kr per sameby och år och för skogsbolagen är motsvarande siffra 19 000 kr per distrikt och år (Widmark, 2015). Vid uppstart av arbetsgång enligt modellen från innevarande studie kan tidsåtgången för samråd öka. Men det finns potential för att på sikt kunna effektivisera samrådsprocessen och då skulle man troligtvis kunna reducera kostnad för båda parter. Därmed skulle man täcka upp för en liten del av den ekonomiska påverkan som uppstår för skogsindustrin till följd av

det renkötselsanpassade skogsbruket. Privat skogsmark understiger i de flesta fall 500 ha och berörs därför inte av kravet på samråd. För att motivera renkötselsanpassad skogsskötsel för de privata markägarna krävs det något annat incitament.

Skogsstyrelsen har på uppdrag från regeringen tagit fram ett verktyg för att underlätta anpassning gentemot renkötsel, ett så kallat renkögsavtal. Renkögsavtalen påminner om naturvårdsavtal och innebär i stort att man vid ekonomiskt bortfall till följd av renkötselsanpassning av skogsbruket kan sluta avtal med skogsstyrelsen och erhålla viss kompensation (Berggren et al., 2015). Modellen som tagits fram i innevarande rapport skulle kunna användas för att beräkna ersättningsgrund för den specifika markägaren samt för att skapa en skötselstandard. Med modellen kan man även skatta den ekonomiska effekten av renkötselsanpassning för berörd markägare innan åtgärderna utförts. Man skapar på så sätt en situation där alla som ingår i renkögsavtal behandlas på samma sätt vilket är viktigt för att skapa förtroende för processen. Modellen skulle även beskriva vilken nytta skötseln har på förutsättningarna för marklav inom berört betesområde under en omloppstid.

Tidigare studier som är grundat på en rad möten mellan intressenter från skogsbruket och rennäringen visar på en rad punkter som behöver förbättras för att samrådsituationen ska bli mer konstruktiv (Skogsstyrelsen, 2014c; Widmark, 2009). Några av punkterna är att planera ur ett landskapsperspektiv, bättre underlag inför samråd och behov av mer kunskap. Den föreslagna modellen kan förbättra samråden på dessa punkter. Istället för att förhandla om skötsel på beståndsnivå kan blicken lyftas till ett landskapsperspektiv och vilken typ av skötsel som ska appliceras i respektive prioriteringsklass. Vid en upprepad tillämpning på samma geografiska område ökar kunskapen om de lokala förhållandena successivt och dessutom behövs förhoppningsvis bara mindre justeringar av modellen, som t.ex. av skötseln i olika prioriteringsklasser. Modellen kan därmed leda till ett långsiktigt mindre behov av arbetsinsatser i samråden, ett långsiktigt bättre resultat och förhoppningsvis mindre konflikter mellan skogsbruk och rennäring.

De skötselåtgärder som föreslagits för renpassad skogsskötsel baseras i huvudsak på litteraturstudier. Vid en praktisk tillämpning som underlag för samråd måste sköselförslagen förankras med praktisk och lokal kunskap inom såväl berörda skogsbolag som samebyar. De sköselförslag och parametrar som används i modellen kan förhållandevis enkelt ändras därefter.

Förslag till ytterligare studier

Ett område som nämnts men inte hanterats på detaljnivå i innevarande studie var att öka arealen skog med bra förhållanden för hänglav. Ytterligare studier bör utveckla modellen för att innefatta skogsskötsel för att gynna hänglav. Grunden för detta finns i indelningen av granskogar inom de olika beteslanden, men en mer välformulerad skötsel med målsättningen att öka arealen med skog med potential till att hålla hänglav bör undersökas. Man skulle uppnå en bättre helhetslösning med anpassningen för hänglavar inkluderat i modellen.

För att skapa större sammanhängande områden med värdefullt bete så skulle ytterligare studier inom området lägga till det spatiala sambandet av betesmark som en del i modellen i Heureka. Det skulle inte nödvändigtvis bara vara en typ av bete, man kan ha exempelvis ett område med bra marklavsbete med ett intilliggande område med hänglav.

Flyttlederna som är hämtade från beteslandsindelningen beskrivs som statiska linjer i terrängen. I innevarande studie har de därför behandlats som helt statiska och därmed minskat möjligheten att variera skötseln inom areal för flyttleder. Flyttleder är en del som skulle kunna utvecklas i denna modell till att ha dynamiska leder som letar upp en väg med minsta möjliga hinder från en punkt till en annan. Det skulle ge en större möjlig areal för skogsproduktion och man skulle säkerställa minsta möjliga motstånd i terrängen vid förflyttningen av renarna.

Det finns stor potential för förbättring av samplanering mellan skogsbruk och renskötsel. Men det finns en rad problem som skulle behöva lösas innan den skulle kunna användas. Det största problemet är att man måste tillgängliggöra ett högkvalitativt, heltäckande skogligt data över ett stort område med flera olika markägare. Det får inte finnas luckor i dataunderlaget om man vill uppnå ett bra resultat på landskapsnivå. Ett annat problem är att man måste komma överens om hur man ska fördela kostnaderna mellan de berörda parterna för arbetet med modellen. Ytterligare studier krävs alltså för att förtydliga dessa punkter.

Felkällor

Datamaterialet som användes för att representera privata skogsägare var segmenterade värden från kNN. Vissa variabler visade under arbetets gång upp värden som skapade viss osäkerhet av kvalitén på datamaterialet. Beståndens medelålder översteg i väldigt få fall 60 år. Inom försöksområdet ligger LSÅ runt 80 (Skogsvårdslagstiftningen, 1979). För att åldern skulle pressas ner så pass mycket så skulle då innebära att de privata skogsägarna inom försöksområdet skulle föryngringsavverka alla bestånd direkt de passerar gränsen. Eftersom det i princip inte fanns några 80 åriga bestånd så skulle det också kunna peka på att markägarna ignorerar LSÅ och hugger tidigare. Samtidigt visar tidigare studier på att medelåldern för föryngringsavverkning ligger på 113 år för området (Claesson et al., 2015). Bestånden visar även upp en tveksam trädslagsblandning, det var få skogar som hade ett dominerande trädslag (mer än 65% av grundytan). Det var barrblandskogar som var absolut vanligast med 77 % inom försöksområdet. Enligt skoglig konsekvensanalys så består skogsmarken inom denna region endast av 18 % av just barrblandskogar (Claesson et al., 2015).

Det saknades även en rad variabler i datamaterialet från kNN, en beskrivning av vad som saknas och hur det hanteras finns under metod och material. Datamaterialet från kNN täcker 32% av försöksområdet, de antaganden som gjorts för att komplettera datamaterialet påverkade därför utgångsläget. Det kommer inte att påverka utvecklingen under planperioden, men det beskriver en start där unga barrblandskogar, som är av lite värde för renskötsel, är överrepresenterade. Ett av målen med detta arbete var att försöka att skapa en bra utveckling av skogsmarkens förutsättningar för att hålla marklav. Sambandet har påvisats trots det bristfälliga datamaterial som använts. Men vid ytterligare studier eller praktisk applicering av modellen bör det ingående datamaterialet för privat skog hålla högre kvalitet.

Sammanfattande slutsatser

Arbetet och analysen har lett fram till en rad slutsatser av vilka de viktigaste sammanfattas i punktform nedan:

- I den studerade betestrakten finns i nuläget områden där åtgärder utförts som försvårar renskötseln. Endast 200 ha (1,3 % av den totala arealen) inom försöksområdet hade

bra förutsättningar för lav. Dessutom återfanns contortabestånd inom flyttlederna. Försöksområdet antas vara representativt för övriga betestrakter inom renskötselområdet och visar därför på svårigheterna med att bedriva renskötsel i nuläget.

- Om brukandet av skogarna fortsätter med samma skogsskötselsystem och åtgärder som används i dagsläget så kommer förutsättningarna för framtida renskötsel att försämrats ytterligare.
- Den ekonomiska påverkan för skogsindustrin från det renskötselanpassade skogsbruket kan förväntas ligga kring en minskning med 8 % av nuvärdet. Det förklaras delvis av att avverkningsnivån i medelvärde var 6,3% lägre i det renskötselanpassade alternativet än i referensalternativet.
- Med skogsskötseln som föreslagits i denna studie kan man genom att förbättra förutsättningarna vända trenden av minskande marklav. Man förbättrar även framkomligheten längst flyttlederna.
- Sammantaget så förbättrar den renskötselanpassade skogsskötseln förutsättningar för att lönsamt bedriva renskötsel i framtiden.
- Med den modell som presenteras i innevarande studie kan man framställa ett gemensamt underlag för långsiktig planering på landskapsnivå för ren- och skogsnäringen. Det gemensamma underlaget ger en överblick för båda näringarna över hur skogsskötseln kommer påverka framtida verksamheter.
- I innevarande studie så sköttes 8,6 % av arealen med hyggesfritt skogsbruk. Nuvärdet för skogsbruket sjunker med detta skogsskötselsystem och bidrog till en stor del av de ekonomiska effekterna för skogsnäringen och med liten del till förbättringarna för rennäringen.
- Hyggesfritt skogsbruk är potentiellt bra för att gynna förekomsten av marklav. Men i dagsläget förhindras hyggesfritt skogsbruk som gynnar marklav av skogsvårdslagens §10. För att få ut nyttan från skogsskötselsystemet så behövs dispens från skogsvårdslagen inom renskötselområdet.
- För få ut ett bra resultat av en den föreslagna planeringsprocessen krävs tillgång till ett högkvalitativt heltäckande datamaterial som beskriver skogen i termer av såväl virkesproduktion som förutsättningar för rennäringens mark. Det som krävs är ett öppet utbyte av datamaterial mellan skogsnäringen och rennäringen samt en förbättring av kvaliteten på det data som beskriver privata skogsägarnas skogar.

Källförteckning

- Anon. (2008). Ett renskötselanpassat skogsbruk. Svenska Samernas Riksförbund, 11 s.
- Berg, A., Östlund, L., Moen, J. & Olofsson, J. (2008). *A century of logging and forestry in a reindeer herding area in northern Sweden. Forest Ecology and Management* 265(5):1009-1020.
- Berggren, L., Persson, C. & Edlund, S. (2015). *Renskogsavtal och lägesbeskrivning i frågor om skogsbruk-rennäring*. Jönköping: Skogsstyrelsen. Meddelande 2015:4
- Bergström, D., Ulvcróna, T., Nordfjell, T., Egnell, G. & Lundmark, T. (2010). *Skörd av skogsbränsle i förstagallringar*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 281.
- Boström, M. (2004). *Renbetestillgång på bärris-, ljung/kråkbär- och lavmarker ca 50 år efter brand/bränning*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel Examensarbete 2004:4.
- Boström, M., Carlsson, L. (2014). *Skog och ren*. Sundsvall: Projektet kompetensutveckling skogsbruk och rennäring [Broschyr]. [2015-09-15]
- Boudreault, C., Zouaoui, S., Drapeau, P., Bergeron, Y. & Stevenson, S. (2013). Canopy openings created by partial cutting increase growth rates and maintain the cover of three *Cladonia* species in the Canadian boreal forest. *Forest Ecology and Management* 304: 473–481.
- Braastad, H. & Tveite, B. (2000). *Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronehøyde og kvisttykkelse*. Ås: Norsk institutt for skogsforskning Rapport Fra Skogsforskning 2000:11.
- Cedergren, J. (2008). *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk*. Jönköping: Skogsstyrelsen Rapport 2008:1.
- Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P.-E. (2015). *Skogliga konsekvensanalyser 2015- SKA 15*. Jönköping: Skogsstyrelsen Rapport 2015:10.
- Christiansen, L., Hansson, G. K., Pettersson, J. & Karlsson, S. (2015) *Utvärdering av skogsvårdslagen och tillämpliga delar av miljöbalken ur ett miljömålsperspektiv*. Jönköping, Skogsstyrelsen Rapport 2015:8.
- Elfving, B., Ericsson, T. & Rosvall, O. (2001) The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review. *Forest Ecology and Management* 141:15-29.
- Eriksson, L. O. (2008). *The forest planning system of Swedish forest enterprises. A note on the basic elements*. Umeå: SLU, Department of forest resource management Arbetsrapport, 232.
- Eriksson, O. & Raunistola, T. (1990). Impact of soil scarification on reindeer pastures. *Rangifer* 10:99–102.

Eriksson, Å. & Moen, J. (2008). *Skogsbrukets effekter på rennäringen-en litteraturstudie*. Jönköping: Skogsstyrelsen Rapport 2008:18.

Esselin, A. (2012). *Kommunikationsstrategi för renbruksplan*. Jönköping: Skogsstyrelsen Rapport 2012:1.

Forest stewardship council [2010-02-02] *Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer*. Tillgänglig: <https://se.fsc.org/se-se/standarder/svensk-skogsbruksstandard> [2015-09-09]

Gustavsson, K. (1989). *Rennäringen - en presentation för skogsfolk*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Hallsby, G. (2008). *Nya tiders skog*. Stockholm: LRF Skogsägarna.

Heggberget, T.M., Gaare, E. & Ball, J.P. (2002). Reindeer (*Rangifer tarandus*) and climate change: importance of winter forage. *Rangifer*. 22:13–31.

Jonsson Čabradič, A.V., Moen, J. & Palmqvist, K. (2010). Predicting growth of mat-forming lichens on a landscape scale – comparing models with different complexities. *Ecography* 33:949–960.

Jougda, L. (2011). *Manual för Beteslandsindelning*. Vilhelmina: Skogsstyrelsen.

Karlsson, A.-M. & Constenius, T. (2005). *Rennäringen i Sverige*. Jönköping: Jordbruksverket 2005:5.

Kempe, G. & Nilsson, T. (2011). *Uppföljning av miljötillståndet i skogbaserat på Riksskogstaxeringen*. Luleå: Länsstyrelsen, Länsstyrelsens rapportserie 2011:3.

Korosuo, A., Sandstrom, P., Öhman, K. & Eriksson, L.O. (2013). Impacts of different forest management scenarios on forestry and reindeer husbandry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29:234–251.

Lundmarkk, H., Josefsson, T. & Östlund, L. (2013) The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management* 307:112-122.

Löf, A., Sandström, P., Stinnerbom, M., Baer, K. & Sandström, C. (2012). *Renskötsel och klimatförändring: risker, sårbarhet och anpassningsmöjligheter i Vilhelmina norra sameby*. Umeå: Umeå Universitet, Forskningsrapport i statsvetenskap vid Umeå universitet 2012:4.

Miljöbalk (1998). Stockholm. SFS 1998:808.

Moberg, R. & Holmsåsen, I. (1982). *Lavar*, 2.uppl. Stockholm: Interpublishing.

Norgren, O. & Elfving, B. (1995). *Tall eller Contorta -valet mellan stabilitet och tillväxt avgör*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet Fakta Skog 1995:15.

PEFC [2012-08-01]. *Svensk PEFC Skogsstandard 002:3*. Tillgänglig: <http://pefc.se/wp-content/uploads/2010/11/n-pefc%20swe%20002%20-%20svensk%20pefc%20skogsstandard%20120801.pdf> [2015-09-09]

Sametinget (2014-01-21) *Rennäring som riksintresse*. Tillgänglig <https://www.sametinget.se:443/8390> (2014-06-13).

Reese, H., Granqvist-Pahlén, T., Egberth, M., Nilsson, M & Olsson, H. (2005). Automated estimation of forest parameters for Sweden using Landsat data and the kNN algorithm. *Proceedings, 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment Symposium on Remote Sensing of Environment*, St Petersburg, Russia, 20-24 June 2005.

Roturier, S. (2009). *Managing reindeer lichen during forest regeneration procedures linking Sámi Herders' knowledge and forestry*. Diss. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2009:84

Roturier, S. (2010). *Markberedning på vinterbetesland - hur ska renlaven skötas?*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta skog 2010:6.

Sandstrom, C., Moen, J., Widmark, C. & Danell, O. (2006). Progressing toward co-management through collaborative learning: forestry and reindeer husbandry in dialogue. *International Journal of Biodiversity Science & Management* 2:326–333.

Sandström, C., Widmark, C., Moen, J., Danell, Ö. & Esselin, A. (2006). *Skogen som gemensam resurs - vägledning för effektivare samråd mellan ren- och skogsnäringen*. Umeå. FjällMistrarapport 2006:8.

Sandström P. (2015). *A toolbox for co-production of knowledge and improved land use dialogues – The perspective of reindeer husbandry*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Umeå. Silvestra 2015:20.

Sandstrom, P., Cory, N. Svensson, J., Hendenås, J., Jougda, L & Borchert, N. (2016). Decline of ground lichen forests. *Ambio*, Article in press.

Sandstrom, P., Pahlen, T.G., Edenius, L., Tommervik, H., Hagner, O., Hemberg, L., Olsson, H., Baer, K., Stenlund, T., Brandt, L.G. & Egberth, M. (2003). Conflict resolution by participatory management: Remote sensing and GIS as tools for communicating land-use needs for reindeer herding in northern Sweden. *Ambio* 32(8):557-567.

Skogsstyrelsen (2014a). *Skogsstatistisk årsbok*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen (2014b-08-16). *Sådd - lämplig metod för brandfält*. Tillgänglig: http://www.skogsstyrelsen.se/Global/aga-och-bruka/Lokalsidor/V%C3%A4stmanland/Faktablad%20branden/S%C3%A5dd%20-%20l%C3%A4mplig%20metod%20f%C3%B6r%20brandf%C3%A4lt_140916.pdf [2016-02-16].

Skogsstyrelsen (2014c-01-09). *Samråd Skogsbruk-Rennäring*. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Agar-och-bruka/Lagen/Anmalan-eller-ansokan/Samrad-om-skogliga-atgarder/Samrad-skogsbrukrennarig/> [2015-09-11].

SSR (2013-08-27). *Rennäring*. Tillgänglig: URL http://www.sapmi.se/nar_1_0.html [2015-09-07].

Skogsvårdslagstiftningen (1979). Jönköping. SFS 1979:429.

Vestman, H. (2014). *Renbruksplan – från tanke till verklighet*. Skogsstyrelsen, Rapport 2, 2014.

Wester, J. (2011). Uppföljning av hänsyn till rennäringsen. Jönköping: Skogsstyrelsen Meddelande 2011:5.

Widmark, C. (2015). *Rennäring och skogsbruk i samråd - Modell för att beräkna kostnader för samrådsituationen*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakta skog 2015:4.

Widmark, C. (2009). *Rennäring och skogsbruk i samråd - hur kan förbättringar komma till stånd?* Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakta skog 2009:6.

Wikström, P. (2008). *Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog -analys på beståndsnivå baserat på simulering*. Jönköping (Rapport 2008:24).

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L. O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. (2011) The Heureka forest decision support system: an overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences* 3:87-94

Icke publicerat material:

Skogsstyrelsen (2015). *Kunskapsplattform för skogsproduktion*. Opublicerad remissversion februari 2015. Hämtat från: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Om%20oss/Remisser/Kunskapsplattform%20skogsproduktion%20Remissversion%20februari%202015.pdf>.

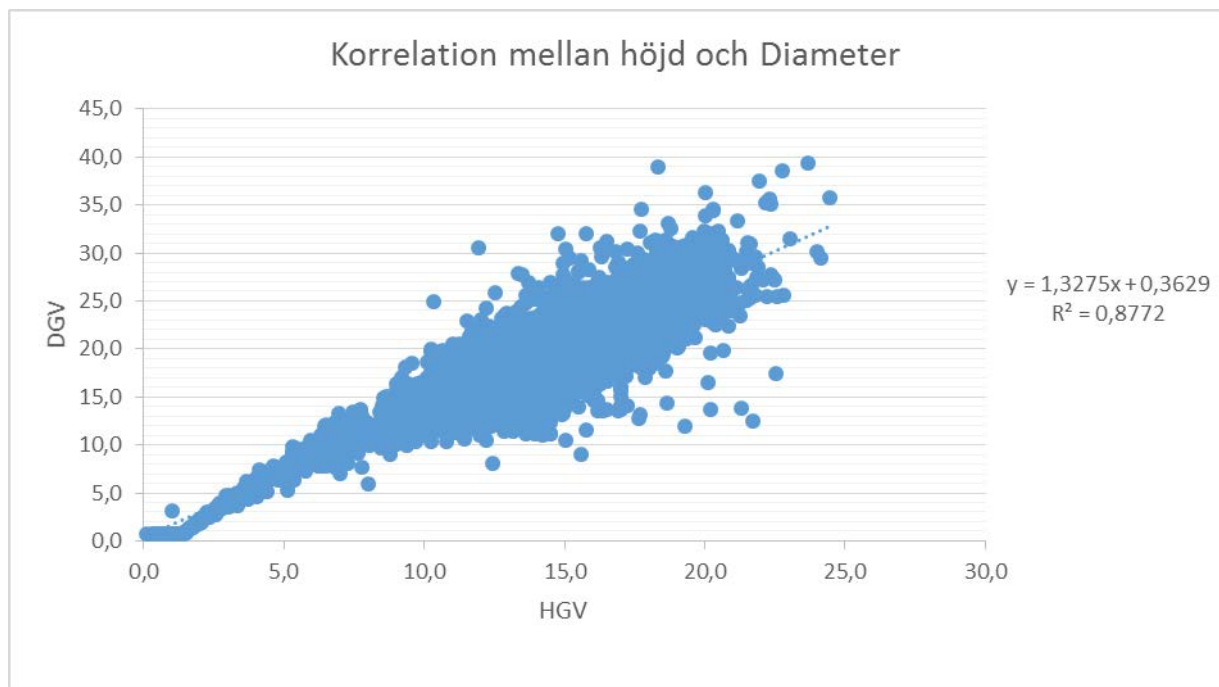
Sonesson, J. Skogforsk, 2016-03-09

Bilagor

Bilaga 1 Krav på beståndsvariabler vid import till Heureka

Obligatoriska variabler	Rekommenderat	Två av tre måste finnas med
StandId	ProdArea	Grundytemedelstammens medeldiameter
CountyCode	CoordEast	Stamantal
Altitude	CoordNorth	Grundyta
Latitude	SoilMoistureCode	
SiteIndexSpecies	VegetationType	
SIS	Hight	
Peat	Volume	
InventoryYear	DiameterType	
MeanAge	DGPine	
PropPine	DGSpruce	
PropSpruce	DGBirch	
PropBirch	DGAspen	
PropAspen	DGOak	
PropOak	DGBeech	
PropBeech	DGSouthernBroadleaf	
PropSouthernBroadleaf	DGContorta	
PropContorta	DGLarch	
PropLarch	DGOtherBroadleaf	
PropOtherBroadleaf	HPine	
	HSpruce	
	HBirch	
	HAspen	
	HOak	
	HBeech	
	HSouthernBroadleaf	
	HContorta	
	HLarch	
	HOtherBroadleaf	

Bilaga 2 Komplettering av data, diameter



Bilaga 3 Inställningar i Heureka för referenskogsbruk (REFSKB)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Regeneration settings	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	clearcut
	planting	planting	planting	planting	planting	planting	planting	planting	Sowing	Sowing	Sowing	Sowing
	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification
	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species
Min stems cleaned	100 000	100 000	100 000	100 000	500	500	500	500	100 000	100 000	100 000	100 000
Cleaning Height range	2;6	2;6	2;6	2;6	3;6	3;6	3;6	3;6	2;6	2;6	2;6	2;6
Min thinning grade	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Max thinning grade	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Max height first thinning	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Biofuel extraction												
Final felling	False	True	True	False	False	True	True	False	False	True	True	False
Thinning	False	True	True	False	False	True	True	False	False	True	True	False
Fertilization policy	FP_none	FP_none	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_none	FP_none	FP_none	FP_none	FP_finalfelling	FP_finalfelling

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
clearcut	clearcut	clearcut	clearcut	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees
Sowing	Sowing	Sowing	Sowing								
soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification	soil scarification
site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species	site specific species
500	500	500	500	100 000	100 000	100 000	100 000	500	500	500	500
3;6	3;6	3;6	3;6	2;6	2;6	2;6	2;6	3;6	3;6	3;6	3;6
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
False	True	True	False	False	True	True	False	False	True	True	False
False	True	True	False	False	True	True	False	False	True	True	False
FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_none	FP_none	FP_none	FP_none	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_finalfelling	FP_none	FP_none

Bilaga 4 Inställningar i Heureka för renskötseladaptat skogsbruk (RENANP)

Underrubrik	Default	Skötselprioritet 1	Skötselprioritet 2	Skötselprioritet 2 (hyggesfritt skogsbruk)	Skötselprioritet 3	Skötselprioritet 4	Skötselprioritet 4 Contortaskogsbruk
Regeneration settings	Clearcut	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Seed trees	Clearcut	Clearcut
	Planting	Soil scarification	Soil scarification	Soil scarification	Soil scarification	Planting	Planting
	Soil scarification					Soil scarification	Soil scarification
	Site index species					Pine	Contorta
Cleaning Configuration	90% of trees after treatment	Fixed:1100	Fixed:1100	Fixed:1100	Fixed:1100	Fixed:1100	Fixed:1100
Thinning configuration	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old
Deciduous/conifers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spruce/pine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
From Above/from below	-0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	-0,20
Second smallest /smallest	-0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,10
Largest/second largest	-0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	-0,10
Min proportion thinnable plots	50%	10%	10%	10%	10%	10%	50%
Max thinning grade	40%	100%	100%	100%	100%	100%	40%
Management system	Even- aged	Uneven - aged (CCF)	Even-aged	Uneven-aged (CCF)	Even-aged	Even-aged	Even- aged
Min time between two thinnings	2	2	1	1	1	2	2
Treatment priority	FinalFelling	-	Thinning	-	Thinning	Thinning	FinalFelling
Biofuel extraction							
Final felling	False	False	True	False	True	True	True
Thinning	False	False	True	False	True	True	True
Selection felling	False	True	False	True	False	False	False
Fertilization Policy	FP_none	FP_none	FP_none		FP_none	FP_none	FP_none
Soli preparation cost	1000	1200	1200	1200	1200	1000	1000

Skötselprioritet 5	Skötselprioritet 5 (hyggesfritt)	Skötselprio 6 (hyggesfri)	Skötselprio 7	Skötselprio 8 (Hyggesfritt)	Skötselprio 9	Skötselprio 9 (Contortaskogsbruk)	Skötselprio 9 (bränning och sådd)
Clearcut	Seed trees	Seed trees	Clearcut	Seed trees	Clearcut	Clearcut	Clearcut
Planting	Soil scarification	Soil scarification	Planting	Soil scarification	Planting	Planting	Sowing
Soil scarification			Soil scarification		Soil scarification	Soil scarification	controlled burning
Spruce			Spruce		Site index species	Contorta	Pine
Fixed:1200	Fixed:1200	90% of trees after treatment	90% of trees after treatment	90% of trees after treatment	90% of trees after treatment	90% of trees after treatment	90% of trees after treatment
Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old	Hugin Old
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,20	0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
-0,10	0,00	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
-0,10	0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Even-aged	Uneven-aged (CCF)	Uneven-aged	Even-aged	Uneven-aged	Even- aged	Even- aged	Even- aged
2	2	2	2	2	2	2	2
-	-	-	-	-	FinalFelling	FinalFelling	FinalFelling
False	False	False	False	False	False	False	False
False	False	False	False	False	False	False	False
False	False	False	False	False	False	False	False
FP_none	FP_none	FP_none	FP_FINALFELLING	FP_none	FP_FINALFELLING	FP_FINALFELLING	FP_FINALFELLING
1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000